5. Y. 246

Digitized by Google

LEZIONE
DI FISICA
SPERIMENTALE.

LEZIONI
DI FISICA
SPERIMENTALE
DEL SIGNOR
ABATE NOLLET,

DELL' ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI PARIGI
DELLA SOCIETA' REALE DI LONDRA
DELL' ISTITUTO DI BOLOGNA
E MAESTRO DI FISICA DI S. A. R.
IL DELFINO.

TRADOTTE DAL FRANCESE.

TOMO SECONDO.

Libreria de' PP. Minimi di S. Giuseppe di Firenze

IN VENEZIA, MDCCLI.
Presso GIAMBATISTA PASQUALI.
Con Licenza de' Superiori.

LEZIONI
DI
FISICA SPERIMENTALE.

LEZIONE V.

Sopra il Moto composto, e sopra le Forze centrali.

PRIMA SEZIONE.

Del Moto composto.

CHiamasi *Moto composto*, quello d'un corpo determinato a muoversi da più cagioni o potenze, le quali operano secondo direzioni differenti; tal è, esempigrazia, il moto d'un battello, che mantiensi nella direzione del canale A B, e ubbidisce nello stesso tempo alle due potenze C, D; *Figura* 1.

Siccome il moto semplice ha le sue leggi, così ha le sue ancora il moto composto; e possono tutte riferirsi ad una sola, la quale è annunciata

nella Propoſizione ſeguente, e della quale elleno ſon tutte conſeguenze.

Legge del Moto compoſto.

Quando un corpo è meſſo in moto da più potenze che operano nel medeſimo tempo, e ſecondo differenti direzioni, o ſtaſſene in equilibrio, ovver piglia un moto che ſeguita la proporzione o relazione che hanno tra loro le potenze per la velocità; e riceve una direzione media tra quelle delle potenze, alle quali ubbidiſce.

Imperocchè quando due potenze oprano nel medeſimo tempo ſopra un mobile, o elle ſono direttamente oppoſte come A, E, *Fig.* 2. ovver le loro direzioni fann'angolo inſieme, come B M, ed F M, C M, e G M, ec. poichè ſe ſi uniſſero, come ſi vede in N, egli è evidente, che concorrerebbono nella medeſima direzione, e ne riſulterebbe un moto ſemplice, la cui velocità ſarebbe il prodotto delle due forze: di maniera che ſe l'una delle due foſſe capace di tirare o di ſpingere il corpo M in N, ambedue inſieme che ſupponganſi eguali, lo farebbono andare ſino in K.

Se le due potenze ſono oppoſte nella medeſima linea, il mobile ſopra il quale elleno adoperano, rimane in equilibrio fra eſſe, in caſo d'egualità; imperocchè non è poſſibile ch'egli vada nello ſteſſo tempo a deſtra e a ſiniſtra; e perchè volgerebbeſi egli piuttoſto a una parte che all'altra, ſe dall'una prova tanta reſiſtenza, quanta ſoffre impulſione dall'altra?

Ma ſe le potenze ſono ineguali, il mobile ubbidi-

bidisce alla più forte delle due, secondo la loro differenza; vale a dire, che se E è verso *a* come 3 è verso 2, il corpo M ubbidisce alla prima, come se il suo valore fosse 1, differenza di 3 e 2. Così essendo le potenze direttamente contrarie, ne risulta o la quiete, od il moto semplice, ma ritardato.

Quando le potenze sono dirette in tal maniera che facciano angolo, o (ch'è la stessa cosa) che le lor direzioni s'incrocicchino nel mobile, come B*b*, F*f*, allora il moto si compone in velocità e in direzione, e l'una e l'altra si misura per la diagonale del parallelogrammo, co' lati del quale sono espresse le potenze. Spiegheremo ciò, considerando separatamente nella *Fig.* 3. le due potenze C, G, ed il mobile M della *Fig.* 2.

Supponiamo dunque, che il corpo M sia tirato nel medesimo tempo da due forze C, G, che noi facciamo eguali esprimendole con due linee della medesima lunghezza; che ciascuna di queste linee sia divisa in sei spazj eguali, e distinti con cifre e con lettere. Immaginiamoci, che CM sia un regolo, sul quale si fa il moto dall'insù all'ingiù, mentre esso regolo si muove parallelamente a se stesso sulla linea MG. Egli è certo, che essendo il regolo mobile pervenuto alla cifra 2, della linea MG, il corpo M sarà disceso d'una pari quantità, è ch'ei non sarà nè nel punto 1, nè nel punto *a*, ma in *b*; similmente nel tempo che il regolo giungerà alla cifra 2, il corpo M discenderà ancor uno spazio, e si troverà nel punto K. Lo che continuando sempre all'istesso modo, durante il moto parallelo del regolo sopra MG, si vede che il mobile M averà passato successiva-

mente per tutti i punti della linea M *n* diagonale del parallelogrammo M G*n*C, i cui due lati GM, CM, esprimono la relazion delle potenze.

La lunghezza di questa diagonale M *n*, dà la velocità del moto composto, che come si vede, non è mai così grande come la somma delle due velocità che la fan nascere: imperocchè M *n* non eguaglia M G, e M C prese insieme. E se queste due forze concorressero a spignere il mobile in una medesima direzione, elleno gli farebbono fare più strada di quel che ne fa quando lo sollecitano ad andare verso due punti differenti. Ma mentre così ubbidisce all'una ed all'altra nel tempo medesimo, arriva per una strada più corta al termine delle due tendenze.

Questa medesima linea diventa più corta, secondo che le direzioni delle potenze fanno tra esse un angolo meno acuto, imperocchè nel caso, che queste potenze oprassero secondo le linee H M, D M, *Fig.* 2. la Diagonale sarebbe M I, più lunga che non fora L M, od O M, se le loro azioni fossero espresse per G M, C M, ovver per B M, F M.

Di tutte le posizioni, che possono prendere tra esse due forze che adoperano nel medesimo tempo sopra un mobile, una sola ve n'ha che rende le loro azioni reciprocamente indifferenti: cioè quando le lor direzioni fanno tra esse un angolo retto, come C M, G M, *Fig.* 3. Imperocchè quella che opera orizontalmente, tende a condur il mobile alla distanza G, e gli è indifferente che sia condotto in G, o in N *n* o, in tutt'altro punto preso in cotesta linea. Parimenti quella che opra verticalmente, esige che il mobile arrivi ad

una

una distanza eguale ad M C, e questa distanza dall'alto al basso trovasi per tutto nella linea C *n*. Così quando l'una e l'altra forza adopera nel medesimo tempo, ciascuna d'esse esercitasi sopra 'l mobile; come se fosse libero dalla parte dell' altra: elleno in sostanza nè s'ajutano, nè si nuocono.

Ma non è già così, se l'angolo che queste due potenze fanno tra esse, è ottuso o acuto, nel primo caso elleno si distruggono in parte, e nell'altro s'ajutano scambievolmente. Se, per esempio, le due forze fanno fra esse l'angolo RPQ *Fig.* 5. il mobile viene in S, e la potenza P Q è diminuita della quantità T Q, od S t; ed al contrario se le potenze sono dirette in tal maniera che facciano tra esse un angolo simile a V X Y *Fig.* 6. il mobile viene in *u*, e la potenza X Y è accresciuta d'una quantità eguale a *Zu*, o *Yy*,

La diagonale di cui parliamo, dà pure la direzione del moto composto; imperocchè se si applica a qualunque altro parallelogrammo il raziocinio che fatto abbiamo, quando fonsi per noi supposte le potenze eguali fra esse, come i due lati d'un quadrato perfetto, si vedrà che questa linea non resta egualmente distante dall'una e dall' altra potenza, fuorchè nel caso d'egualità; e che quando le forze sono ineguali fra esse, la diagonale è più inclinata a quella delle due che è la più grande, come veder si può considerando la *Figura* 4.

Da questi principj ne segue, che se si sa l'angolo di direzione delle potenze, ed il loro grado di forza; si conosce altresì l'effetto, ch'elleno debbono produrre sul mobile, cioè il suo grado

di

di velocità, e la ſtrada ch'egli dee tenere. Imperocchè vedeſi dalle Figure 3, 4. 5. e 6. che ſe ſi eſprime il valore delle potenze, e la lor direzione con linee che ſi congiungano da un capo, fondando un parallelogrammo ſu coteſti due primi lati, la diagonale darà quello che ſi cerca.

Segue in oltre, che ſe conoſceſi l'effetto comune di due potenze ſopra un medeſimo mobile, e lo ſtato dell'una delle due, voglio dire la ſua direzione ed il ſuo grado di forza, ſi può giudicare del valore e della poſizione dell'altra. Se io ſo, per eſempio, che un mobile è ſtato portato da P in S *Fig.* 5. per l'azione di due forze una delle quali è eſpreſſa per P R, tiro la linea S Q parallela e eguale a P R; e terminando il parallelogrammo, vedo che P Q è l'altra potenza maggiore che la prima, e che fa con eſſo lei l'angolo di direzione R P Q.

Noi verremo quì accoppiando le prove d'eſperieza alle ſpiegazioni ed alle ragioni che abbiamo eſpoſte; e per procedere con ordine, conſidereremo prima gli effetti di due potenze direttamente contrarie, e vedremo poi come ſi compone il moto prodotto da due forze, le direzioni delle quali s'incrocicchiano nel centro del mobile.

Supponiamo in oltre che la ragione mutua delle forze reſti coſtante: cioè che per tutto il tempo ch'elleno oprano ſopra 'l mobile, non avvenga ad una delle due alcun cambiamento, che la faccia più o men differenziarſi dall'altra, in guiſa che s'elleno ſono eguali ſul bel principio, queſta egualità perſeveri ſino al fine: lo che può beniſſimo ſuſſiſtere con diminuzioni cagionate dalla reſiſtenza de' mezzi, o da ſfregamenti, purchè

que-

Fig. 2.

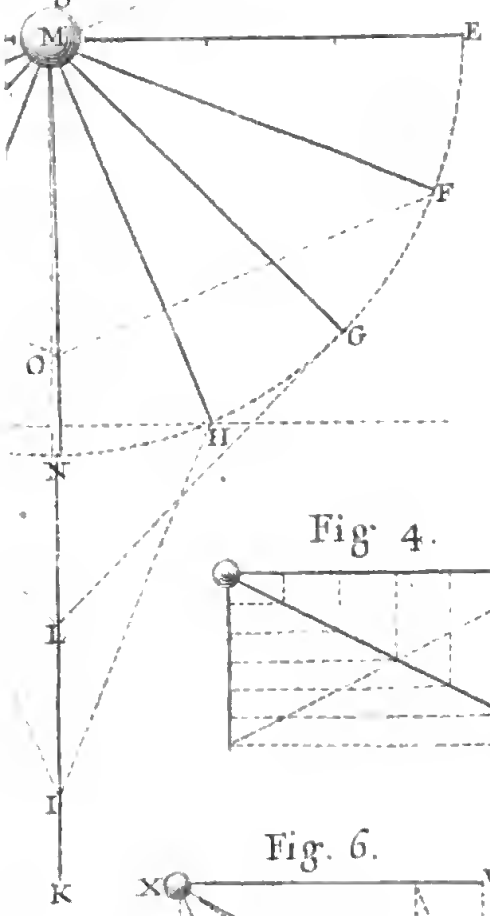


Fig. 4.

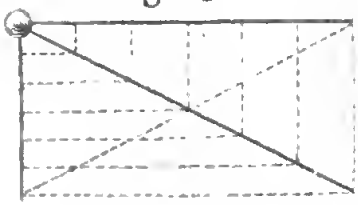
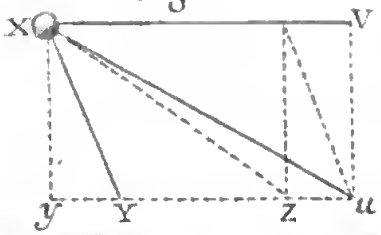
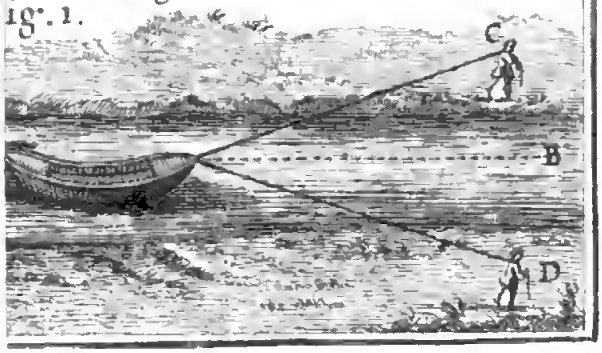


Fig. 6.



ig. 1.



queſte alterazioni ſieno eguali da ambedue le parti.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 1. rappreſenta una tavola rotonda, la quale porta nella ſua circonferenza delle carrucole che ſi riſpondono, come A, B; ſi fan paſſare per la girella d'eſſe due corde C A E, C B D, che da una parte s'attengono al mobile C, e che dall'altra ſoſtengono un peſo di piombo, D, E.

EFFETTI.

Se i due peſi ſono eguali il corpo C reſta in equilibrio, per tutto dove ſi trova nella linea A B; ſe il peſo E peſa 2. oncie, e D ne peſa ſol una, il corpo C è traſportato verſo A, come ſe E peſaſſe un'oncia, e non vi foſſe alcuna reſiſtenza in D: lo che ſi riconoſce eſponendo ſotto la ſua caduta una piccola conca piena di terra molle, nella quale egli fa uno ſprofondamento, che ſi può miſurare e paragonare.

SPIEGAZIONI.

Si chiama *equilibrio* in generale lo ſtato d'un corpo che viene ſollecitato di muoverſi per due verſi oppoſti con forze eguali; queſta doppia tendenza non può avere il ſuo effetto a cagione che le

le forze che la producano quinci e quindi ſono eguali ; laonde quanto dura tale egualità tanto reſta il mobile in quiete. Queſta è pure la ragione per la quale il corpo C della noſtra eſperienza reſta per tutto dove ſi trova, nella linea che unisce le due potenze, quando i peſi E e D ſono eguali.

Ma ſe l'uno de' due viene a creſcere, l'equilibrio è ſubito rotto ed il mobile ubbidiſce al più forte. Non gli ubbidiſce tutta volta ſe non quanto egli eccede il più debole; imperocchè la reſiſtenza di queſto non è annichilata, ſuſſiſte ſempre; ed il ſuo effetto è di conſumare una forza contraria ed eguale alla ſua; perciò quando il mobile C è traſportato dal peſo E, ciò non può eſſere ſe non per la quantità onde queſt' ultimo ſupera il primo.

APPLICAZIONI.

Tutti i corpi che ſono ſtretti, o ritenuti fra una potenza, ed un punto d'appoggio, ſono altrettanti eſempj che rappreſentano quello che abbiamo qui provato colla precedente eſperienza: imperciocchè ſappiamo per la terza legge del monto ſemplice, che la reazione è eguale all'azione od alla compreſſione: così quando un falegname ſtrigne un pezzo di legno tra il ſuo panco, e l'uncino, lo fiſſa tra due potenze eguali: la medeſima coſa ſi dee dire d'un pezzo di ferro ritenuto nella morſa d'un fabbro; d'una corda teſa tra due punti fiſſi; d'un battello attaccato ad un paletto per reſiſtere alla violenza della corrente ec.

Due peſi eguali ſono in equilibrio, e per conſe-

ſeguenza reſtano in ripoſo a' due capi d' una corda che abbraccia una carrucola, finchè queſta corda è eguale da una parte e dall' altra; imperocchè allora ciaſcun peſo è tanto tirato in ſu dal ſuo antagoniſta, quanto in giù dalla ſua propria maſſa. Ma ſe la corda diventa più lunga da un lato che dall' altro, l' equilibrio più non ſuſſiſte; il peſo della quantità eccedente è una nuova potenza che ajuta a diſcendere de' due peſi quello che è il più baſſo. Queſt' è una coſa, alla quale ſi dee por mente, quando ſi fabbricano macchine per trar dell' acqua, per cavar pietre, ec. da ſotterranei profondiſſimi, o per alzare de' peſi ad altezze conſiderabili; ſe ſi tralaſciaſſe di mettere in conto il peſo delle corde, ſi caderebbe ſpeſſo in errore; imperocchè coteſte corde ſono d' ordinario peſantiſſime, e quand' elleno ſono ſteſe per tutta la loro lunghezza, molto aggiungono alla reſiſtenza che ſi vuol vincere; di ciò può uno accorgerſi ſenſibilmente, quando tira da una grande profondità una ſecchia piena d' acqua; gli ha da fare più ſforzo, quando la ſecchia comincia a ſalire, che quando è per giungere all' alto.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La macchina che è rappreſentata con la *Figura* 8. è un piano verticale d' un piede cubico, elevato ſopra una baſe: in H è un punto fiſſo, al quale è attaccato un filo che paſſa ſopra una carrucola G, e che porta nella ſua eſtremità un piombo F. La carrucola G è mobile ſopra due fila di leto-

letone, teſe parallelamente da H in I, ed ella tirasi con un filo che passa sopra una carrucola fissata in I.

EFFETTI.

Quando tirasi la carrucola da G in I, il peso monta per la diagonale FI.

SPIEGAZIONI.

Il Corpo F è messo in moto da due potenze, una delle quali esige, ch'egli s'alzi d'un'altezza eguale a FG; e l'altra, che egli s'avanzi d'una lunghezza eguale a GI. Imperocchè il punto fisso che ferma il capo del filo in H, e che cagiona l'elevazione del mobile F, debbe considerarsi come una potenza eguale a quella che tira la carrucola mobile verso il punto I. Se queste due forze avessero i loro effetti separatamente, il piombo percorrerebbe successivamente le due linee FG, e GI; ma perchè elleno operano nel medesimo tempo, e sono eguali fra esse, il mobile s'avanza del pari, ed a misura ch'egli monta, lo che fa ch'egli muovesi nella diagonale FI.

Questa esperienza fa molto ben vedere quello che abbiamo dato come una suppoſizione nella *Fig.* 3. Imperocchè il filo FG che tiene il piombo sospeso, rappresenta il regolo mobile, che si può considerar come diviso in sei parti eguali, e che scema di lunghezza a misura ch'egli s'avanza sopra ciascuna delle sue parallele segnate sul piano: è la stessa cosa che il corpo F ascenda avanzan-

zandosi sul filo, o che questo filo alla cui estremità il corpo è fissato, scemi di lunghezza: se egli scema dunque d'una parte, quando sarà giunto alla prima parallela, il piombo sarà in *a*: se di nuovo egli scema d'una parte, avanzandosi alla seconda parallela, il piombo si troverà in *b*, è così di mano in mano, fin a tanto che il mobile abbia percorsa tutta la linea FI.

APPLICAZIONI.

I voli che s'imitano nelle Rappresentazioni Sceniche dell'Opera, e negli altri Spettaccoli s'eseguiscono per via d'una meccanica molto simile a quella, che impiegata abbiamo nella Sperienza quì spiegata: s'avverte solamente di proporzionare i pezzi agli sforzi che debbono sostenere, e per nascondere più che si può le corde agli occhi dello spettatore, si fanno con fila di letone assai sottili, e in assai numero, per conciliare ad un tratto la forza e la flessibilità.

L'uso insegna a un barcaiuolo, ch'egli non dee per la più corta linea dirigere il suo battello sul fiume, per arrivare al punto men lontano della riva opposta; egli sa, che se tendesse da P in R, *Fig.* 1. arriverebbe in qualche luogo più sotto, come in S; si dirige più tosto verso T, e la forza della corrente lo rimena a poco a poco al punto prefisso facendogli descrivere una linea curva.

La ragione di quest'effetto presentasi da sè medesima, quando si pon mente, che il battello spinto in una direzione che non è quella della corrente, compone il suo moto delle due forze, delle

le quali egli prova l'azione: quindi vedesi che quando una delle due cresce, convien che l'altra cresca a proporzione, se si vuol conservare lo stesso effetto. Se il crescimento dell' acque rende il corso più rapido, è di mestieri faticar di più, per giungere al medesimo termine; ovvero bisogna dirigere il battello a più alto segno, e così vediamo fare ai barcaiuoli opposti su i porti per lo pubblico passo.

I pesci ci somministrano un esempio di moto composto considerabilissimo; quando vogliono andare da una banda o dall'altra per fianco, battono d'un colpo l'acqua colla coda; non cedendo il fluido così presto come è battuto, serve di punto d' appoggio al corpo del pesce per voltarsi a dritta o a sinistra: Ma quando l'animale vuole progredire innanzi, questo moto è ognor preceduto da due colpi della coda medesima dati in un subito, e per contrarj versi: il corpo piglia allora un moto composto di due impulsioni, egli non va nè a dritta nè a sinistra, ma in una direzione che tiene il mezzo fra l'una e l'altra.

Questa maniera di andare innanzi per via di moti obbliqui ed opposti gli uni agli altri, si può ancora osservare nella maggior parte de' rettili, come i serpenti, le bisce, le vipere ec. l'uso di cotesti animali di servirsi di questi due moti, e di combinarli insieme, dà loro facilità non solamente di fuggire con grande prestezza, ma anche d'ingannar quelli che li perseguitano, con la destrezza d'un andamento tortuoso.

Gli uccelli, e la maggior parte degl' insetti alati, compongono i loro voli, quando debbono far qualche giravolta; battono l'aria con un' ala o più for-

fortemente o più frequentemente che con l'altra; e ciò si può agevolmente osservare nel guatar il volo d'una farfalla; l'irregolarità de' suoi moti è un effetto ed una prova sensibilissima dell'azione ineguale delle sue ali.

L'arte imita in qualche maniera questo natural meccanismo, onde gli animali compongono i loro moti. Noi vediam tutto dì arrivare su la Senna de' battelli di fieno, che non hanno altri motori, che la corrente del fiume, ed un piccolo remo corto, un po largo, che un uomo fa muovere continuamente da dritta a sinistra, appresso a poco come la coda d'un carpio che nuota avanzando.

Ma un' imitazione ben perfetta e curiosa di questi moti composti, è l'apparato mirabile e il servizio marinaresco d'una galera, ove si vede il buon ordine e l'uso, onde impieganſi con incredibil destrezza, più ordini di remi per variare le velocità, e le direzioni del vascello secondo l'uopo occorrente.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

ABCD, *Fig.* 9. è un picciolo trucco, ad un capo del quale sollevasi perpendicolarmente un palchetto, che porta due ali che si girano, E.F, a cadauna di quest'ali è sospeso un martello d'avorio che si muove liberamente attorno del punto G. Si dirigono i martelli come si vuole, girando più o meno le ali che li portano, e si regolano le loro velocitadi con quella proporzione

che ſi deſidera, facendoli cadere per archi più o meno grandi, ma ſempre nel tempo iſteſſo ſopra una palla d'avorio ſituata in H.

EFFETTI.

Quando i martelli hanno velocità eguali, e le ali ſono egualmente inclinate alla linea H I, la palla dopo la percoſſa, ſegue queſt' ultima direzione. Se i due colpi ſono ineguali, o le direzioni differentemente inclinate, la palla deſcrive una linea, che ſi ſcoſta più o meno da H I, come H B, H K, ſecondo la ragione e proporzione delle forze, che l'hanno determinata a muoverſi.

SPIEGAZIONI.

Queſt' eſperienza ſi deve ſpiegare, ſiccome la precedente: un de' martelli che operaſſe ſolo, ſpignerebbe la palla nella ſua direzione; ella andrebbe verſo M, o verſo N; ma quando oprano tutti e due nel medeſimo tempo, come non è poſſibile che un medeſimo mobile portiſi in un tratto verſo due oppoſti punti, la palla così percoſſa piglia un moto che partecipa delle due velocità, e delle due direzioni. Quello che con queſt' eſempio di più ſi vede, è, che queſte due forze una volta impreſſe da cauſe che quindi ceſſano d'oprare, hanno il medeſimo effetto, e compongono il moto del mobile, come ſe le loro azioni foſſero continue; imperocchè s'è dovuto oſſervare, che i due colpi di martelli oprano ſu la noſtra palla ciò che le due fila tirate nel medeſi-

desimo tempo han fatto sul piombo della seconda esperienza.

APPLICAZIONI.

Quello che si getta per la portiera d'una carrozza che corre, o su la riva quando si è in una barca trasportata dalla corrente, ovvero di fianco correndo a cavallo, non arriva mai al termine che un si è prefisso, se si bada alla sola impulsione del braccio. Imperocchè oltre di questa, si deve ancora far caso del moto della carrozza, della barca, o del cavallo, che è comune al mobile ed alla mano: laonde quando si salta fuori d'una carrozza o d'una barca, che sieno in moto, si deve prevedere che si cadrà al di sotto del sito, che si ha di rimpetto nel momento che si sbalza fuori. Ma non si dee già credere che gli accidenti che in simil caso occorrono, nascan perchè il movimento composto diventando più obliquo, non porta il corpo abbastanza lungi, sì che si tocchi terra, o si scansi la ruota; imperocchè veder si può dalla *Fig. 3.* che se la linea M C rappresenta il corpo della vettura, l'estremità *n* della diagonale n'è tanto discosta quanto il punto G; ma il mal viene, perchè non si prende tutta la velocità, che si crede, avendosi per punto d'appoggio un piano che non è fisso, ed il moto del quale occasiona bene spesso un'inopinata caduta.

Un nocciolo schiacciato obliquamente, e che scampa dalle dita, è un altro familiarissimo esempio del moto composto di due impulsioni, i cui effetti sussistono, quantunque le cause abbiano

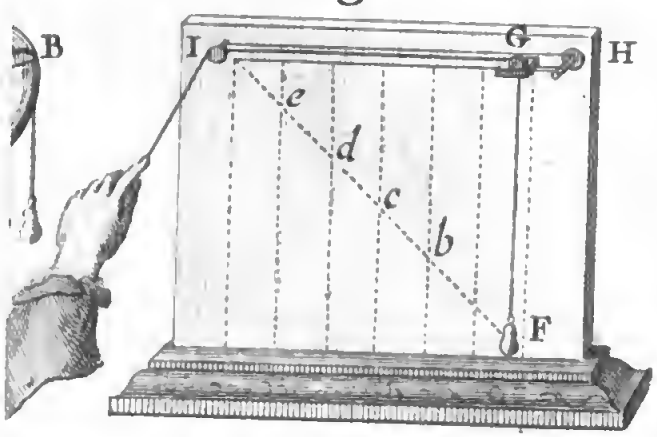
ceſſato d'oprare. Queſto fatto ne riduce a memoria un altro che è men comune ; ma che è non per tanto notiſſimo a' Giocatori di trucco. Se colla mano in taglio ſi urta una palla fuor del piano del ſuo Equatore, che è perpendicolare al tapeto, ſul quale ella è poſta, sfugge da bella prima innanzi, come il nocciolo ſchiacciato obliquamente da due lati ; ma quel che par ſingolare, ſi è, che dopo d' aver così avanzato otto ovvero dieci pollici, ella ritorna, aggirandoſi verſo il luogo dond' è partita,

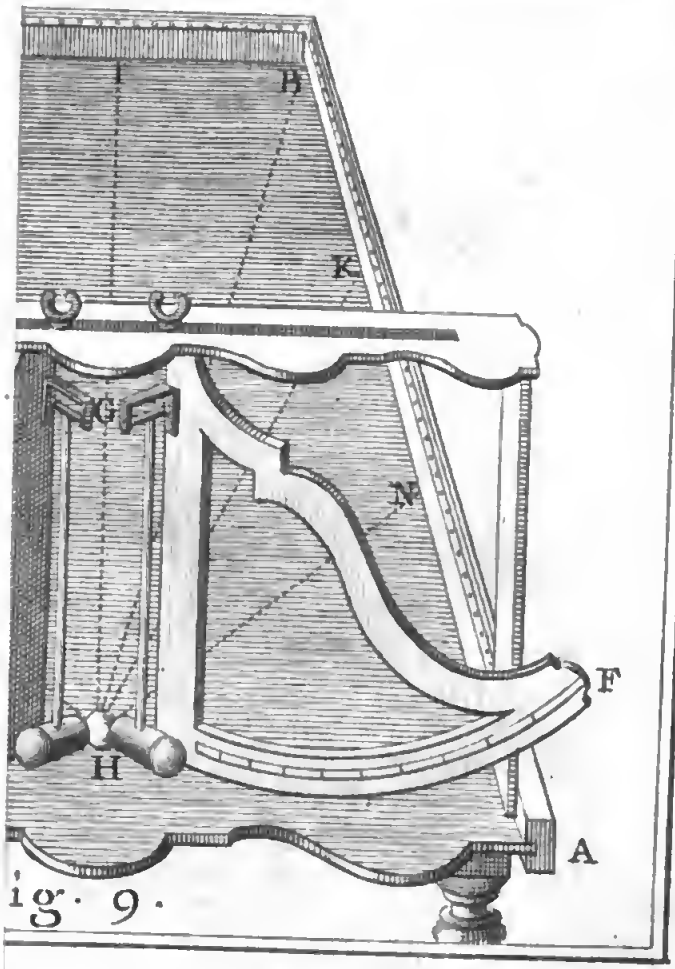
Queſto fatto ſi ſpiega facilmente, quando ſi fa attenzione, che colpindo la palla di trucco nella ſopradetta maniera, le ſi fan prendere due ſorte di moto: uno cioè in linea retta, ch' ella ha ſeguitato da prima, ed un altro di rotazione ſopra sè ſteſſa, per un verſo contrario al ſuo moto diretto. Queſt' ultimo moto non ſi ſcorge finchè la palla non tocca il tapeto, o vi sdrucciola ſopra con troppa velocità ; ma quando il moto diretto è rallentato pegli sfregamenti, sì ch' ella viene a poſar ſul tapeto, il moto di rotazione che faſſi per contrario verſo, la rimena verſo il luogo dond'ella è partita ; imperocchè non è poſſibile; che una palla giri ſopra un piano, ſenza mutar luogo s' ella tocca coteſto piano con l' Equatore della ſua rotazione ; quando non ſi ſuppongano delle ſuperfizie ſenza sfregamenti, il che non trovaſi nello ſtato naturale.

Sin quì conſiderato abbiamo il moto compoſto di più forze, che fra lor conſervano una relazione coſtante ; eſaminaremo adeſſo, in qual maniera ſi componga il moto, quando queſte relazioni ſi cambiano. Quando, eſempigrazia, di due po-

tenze

Fig. 8.





ig. 9.

tenze che operano nel medeſimo tempo, l'una diventa più forte o più debole, ovver (lo che ſi riduce alla ſteſſa coſa) quando avendo un mobile ricevute due impulſioni che compongono il ſuo moto trovanſi delle cauſe ſtraniere o accidentali, che diminuiſcono o aumentano una delle due, come ſe, per eſemprio *Fig.* 8. , il filo F H, della ſeconda Eſperienza, in vece di accorciarſi ſempre d'una parte, a miſura che arriva a ciaſcuna delle paralſele; ſcemaſſe d'una, e poi di due ec. o al contrario.

Si è potuto oſſervare per le prove, e per gli eſempj da noi riferiti, che il moto compoſto ſi fa ſempre in linea retta, ogni volta che il mobile ubbidiſce a due potenze che perſeverano nella medeſima relazione fra eſſe; o ſia che niun cambiamento ricevano, o che i cambiamenti ſieno eguali o proporzinali quinci e quindi; perchè gli effetti di cadaun iſtante *m b*, *b k*, *k l*, ec. *Figura* 3. e 4. s'incontrano nella ſteſſa direzione, e la loro ſomma produce la diagonale M *n*. Ma così non è, ſe la relazion delle potenze ſi cambia: il prodotto di ciaſcun tempo infinitamente piccolo, è una linea retta che il mobile deſcrive ſempre in conſegnenza della legge ſtabilita di ſopra; ma ciaſcuna di coteſte linee ha la ſua direzione particolare, ſecondo lo ſtato attuale delle potenze, come ſi può vedere dalla *Figura* 10. Imperciocchè, ſe il mobile M è ſpinto orizontalmente da una forza, la cui azione ſia eguale in tutti gli inſtanti, e nel medeſimo tempo egli ubbidiſce ad un'impulſione dall'insù all'ingiù che ſempre maggiormente creſce, come gli ſpazj *M a*, *a b*, *b c* ec. nel primo tempo il corpo M arrive-

già in 1, ſul fine del ſecondo al punto 2, poſcia al punto 3 ec. Ciaſcuna di queſte linee, come ſi vede, è una piccola diagonale; ma della ſerie loro, ſi forma una curva, la quale varia, come la relazione mutua delle potenze: queſta teoria ſi renderà ſenſibile colle due Eſperienze che ſeguono.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La macchina rappreſentata dalla *Figura* 11, è formata di due piani elevati verticalmente, de' quai l'uno ABC, più ſporgente dell'altro, è tagliato di profito in porzione di circolo cominciando dall'alto, e laſcia in queſta parte una ſpezie di grandaja AB tra eſſo, e l'altro piano che è più ſcoſtato. Queſt'ultimo è diviſo da B in D in tre parti eguali, e da B in C in tre parti ineguali, che vanno creſcendo, come 1, 3, 5. Negli angoli, che formano tra eſſe le linee di diviſione, ſi ſon fiſſati alcuni anelli perpendicolarmente al piano, ed il tutto ſoſtienſi da una baſe che ſi mette di livello per mezzo di tre viti.

EFFETTI.

Laſciaſi cadere una palla di metallo per la grondaja AB, ed ella deſcrive la curva BEF, paſſando per li anelli.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Quando la palla è arrivata dal punto A al punto B, per l'arco di cerchio ch'ella deſcrive, ha acquiſtata una certa velocità con la quale ſcappa nella direzion B D; ed in conſeguenza della prima legge del moto ſemplice ella ſeguirebbe cotesta linea, ſe niente le ſi opponeſſe, ma queſta palla è peſante, ed il peſo, come appreſſo vedremo, è una forza, la cui direzione è dall'alto al baſſo, e che dà al mobile una velocità accelerata; laonde, quando la palla è giunta al punto B, e ceſſa d'eſſere ſoſtenuta dalla grondaja, trovaſi ſottomeſſa a due potenze, l'una ch'è la ſua velocità acquiſtata diſcendendo dal punto A, l'altra ch'è il ſuo proprio peſo. La prima che ha la ſua direzione verſo D, è uniforme; la ſeconda che è diretta verſo C, è accelerata: così non eſſendo gli ſpazj, che queſta palla percorre diſcendendo, eguali tra eſſi, nè in una proporzione od ordine coſtante, con quei ch'ella percorre progredendo innanzi; il cambiamento di direzione ch'ella prova ad ogni inſtante: gli fa deſcrivere la curva B E F.

APPLICAZIONI.

Eſempj innumerabili fan vedere, che la gravità de' corpi cambia il moto loro, quando non ſon diretti com'eſſa; ella è una forza che ha il ſuo effetto, come ogni altra in caſo ſimile; e quando ella non ſcorgeſi, ciò è perchè l'altra

potenza che opera nel medeſimo tempo ſopra il mobile, è molto più grande.

Una palla di calibro tirata lungi ſettanta paſſi non ſembra eſſerſi abbaſſata; ſe un ne giudica dalle apparenze, direbbe ch'ella ha ſeguitata la ſola impulſione della polvere, e che il ſuo peſo non c' è entrato per niente nel di lei moto, poichè ella pare eſſerſi mantenuta nella vera direzion del cannone.

Ma conviene por mente a due coſe; la prima ſi è, che la velocità della palla in una tale diſtanza, è sì grande, che il ſuo peſo non la farebbe diſcendere, ſe non d'una quantità piccoliſſima, s'ella ſi laſciaſſe liberamente cadere durante un ſimil tempo: imperciò queſta caduta non deve eſſere più notabile, quando un'altro moto traſporta il mobile, la ſeconda (e queſta è la ragion più forte) ſi è, che le canne dell' armi da fuoco ſono più groſſe verſo la loro culatta, che nella sboccatura, di maniera che la linea di mira GH, e la vera direzione della palla, s'incrocicchiano per iſtrada, come ſi può vedere dalla *Fig.* 12. Laonde, quando ſi crede diriger la palla in H, ella dirigeſi veramente in I; e ſe ſi tira ad una convenevole diſtanza, e l'impulſione della polvere ſia proporzionata al peſo della palla, e l'angolo formato dalla linea di mira, e la direzion della canna interiore ſia in una buona proporzione; l'effetto del peſo farà gir baſſo il colpo la quantità d'IH, e ſi toccherà mercè d'un moto veramente compoſto lo ſcopo prefiſſo, non avendoſi riguardo fuorchè al moto ſemplice impreſſo dalla polvere infiammata.

Tutti

Tutti i fusili dunque alzano il colpo, e quando un si lamenta di ciò, non si ha da intendere, che si lamenti, se non di quelli che l'alzano troppo; imperocchè, se la canna fosse per tutto della medesima spessezza, il raggio visuale sarebbe parallelo alla direzion della palla; il peso del piombo farebbe di necessità abbassare il colpo, e l'arme così male costrutta porrebbe chi tira in necessità d'aver riguardo all'effetto della gravità.

Tutti i corsi d'acqua che non sono perpendicolarmente all'Orizonte, ci fanno ancor vedere de' moti composti in linee curve; mercè di quelle forze, le cui azioni non restano costantemente nel medesimo ordine in tutti gl'instanti. L'acqua che cade da una grondaja, esempigrazia, parte orizontalmente con una velocià ch'ella acquista discendendo dal tetto, e questa velocità da sè stessa è uniforme; ma nel medesimo tempo ella tende a muoversi dall'alto al basso, con una forza, che cresce in tutti gl'instanti. Da questa doppia tendenza nasce una curva, che un corso d'acqua successivo rappresenta agli occhj, e la sua estremità ove terminasi la caduta, portasi avanti tanto più lungi, quanto la velocità orizontale è maggiore, lo che osservar si può quando il defluvio è più abbondante; imperocchè, essendo allora più considerabile la massa dell'acqua, ell'è altresì meno ritardata dagli sfregamenti, o dalla resistenza dell'aria.

V. ES-

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Sopra due corde di minugia forte e parallelamente tese da un capo all'altro della camera, si fa sdrucciolare la tavoletta L M, *Figura* 13., la quale tirasi per via d'una funicella che passa su la carrucola di tramando N; nel mezzo di cotesta tavoletta mobile v'è un foro, o sia un capo di cannoncino, ov'è inserto un piccolo cilindro di legno duro, e che può movers da giù in su senza uscire; di sotto sta un martello sospinto da una molla che si tende, quando fassi passar il manico del martello per la chiocciola L, dov'è ritenuto da una chiavetta O. Quest'ultimo pezzo s'attiene ad una cordicella di due o tre piedi di lunghezza, ch'è attaccata come le due corde al muro; mettesi una palla d'avorio e di calibro nel piccolo cannoncino, e tirasi la tavoletta più uniformemente che si può, e con una velocità capace di farle percorrere otto o dieci piedi in un secondo.

EFFETTI.

Quando la tavoletta ha percorso in circa il terzo del suo cammino, la chiavetta ritenuta dalla cordicella alla quale ell'è attaccata, fa operar l'ingegno o la molla, donde è spinto il martello: ed allora il colpo dato per di sotto al piccolo cilindro, comunicasi alla palla d'avorio; questa sbalza dal cannoncino, e si solleva; e va a ricadere

dere per una linea curva ſu la tavoletta che ha continuato ad avanzare, mentre la palla era in aria.

SPIEGAZIONI.

Se la tavoletta ML reſtaſſe in quiete, mentre il martello imprime la ſua impulſione, è manifeſto, che la palla ſi ſolleverebbe perpendicolarmente per la linea P*p*; è certo ancora, che ſe la palla aveſſe ſolo un moto comune con la tavoletta, non uſcirebbe, come non eſce la tavoletta, dalla direzione orizontale; ma s'ella parte co' due moti inſieme, la legge del moto compoſto vuole, ch'ella prenda una direzione media, e che ſolleviſi per una linea obbliqua all'Orizonte, qual è PQ, o PR. Una volta ch'ella è determinata a moverſi in una di queſte linee, continuerebbe via via così in conſeguenza della prima legge del moto ſemplice, ſe la ſua gravità non vi metteſſe oſtacolo. Queſta potenza, che riſiede ſtabilmente in lei, e che ognor la ſollecita a diſcendere, l'allontana ſempre più dalla direzione ch'ella ha; e però che gli ſpazj ch'ella percorre da ſu in giù, van ſempre creſcendo (lo che ſpiegheremo più preciſamente ragionando delle leggi della gravità) avviene che nel tempo ch'ella averebbe conſumato in percorrere la linea PR, giunge al punto S per la linea PTS, e la tavoletta che non ha interrotto il ſuo movimento, ritrovaſi ſotto la palla nel fin della ſua diſceſa.

APPLICAZIONI.

L'Esperienza che abbiamo poc'anzi spiegata, somministra risposte alle seguenti dimande.

1. A qual forte di pericolo sarebbe esposto un mozzo di nave, il quale si lasciasse cadere dall'alto al basso della gabbia, mentre il vascello è alla vela? correrebbe egli il rischio di cader nel mare, o pur la sua caduta stramazzerebbelo sul ponte.

2. Che avverrebbe di una melarancia, cui studiasse un uomo che corre a cavallo, di scagliare perpendicolarmente all'Orizonte? la velocità del cavallo lascerebbela indietro?

3. Supponendo che la terra giri sul suo asse in ventiquattr'ore, e che un cannone, o un mortajo collocato sotto l'equatore, avesse un moto d'Occidente in Oriente, che appresso a poco corrispondesse a ducento cinquanta pertiche per secondo, la palla che venisse tirata perpendicolarmente, seguirebb'ella questa direzione, tanto ascendendo, che discendendo?

Segue dalle precedenti Spiegazioni, che il mozzo caderebbe a piedi dell'albero per una linea che parrebbe verticale a quelli che fossero sul vascello; ma la di cui curvità scorgerebbesi benissimo, se si stasse sul lido: imperocchè è vero che tal caduta sarebbe parallela all'albero ch'è diritto; ma i differenti punti dell'albero, ai quali corrisponderebbe il mozzo, cadendo, sarebbono più avanzati gli uni che gli altri nella direzione orizontale, e la loro serie troverebbesi in una linea curva, perchè la caduta si fa con una velocità acce-

accelerata, lo che facilmente s' intenderà, ſe prendaſi per l'albero la linea M*f* della *Figura* 10. gli ſpazj intercetti fra le lettere M, *a*, *b*, *c*; *d*, *e*, *f* per lo cammino che percorre il mozzo in tempi eguali cadendo, e la linea M*c*, od *f* 6, per lo ſpazio orizontalmente ſcorſo dal vaſcello.

La melarancia, e la palla di cannone, ſarebbono preciſamente nel caſo della palla d'avorio della noſtra ultima Eſperienza, e ſarebbono com' eſſa, cioè nè l'un nè l'altro de' detti corpi caderebbe in dietro; e ſe accidentali cagioni non vi poneſſero impedimento, la melarancia arriverebbe nella mano del Cavaliere, e la palla nella imboccatura del cannone donde foſſe partita; di che è facile accorgerſi, applicando a queſte due ſuppoſizioni le ragioni, delle quali ci ſiam ſerviti, per ſpiegare il moto della palla d'avorio.

Quantunque coteſti effetti poſſano con tutta ſicurezza dalla teoria dedurſi, non ſi debbono non per tanto attendere in pratica; perchè nel momento che ſpiccaſi il mobile, viene regolato il ſuo moto in conſeguenza delle due impulſioni, tali quali ſono nel primo inſtante della ſua moſſa; ma ordinariamente ſuccede, che avanti la ſua caduta, il piano mobile che ha da riceverlo, cambiſi o nella velocità, o nella direzione; ovver che il mobile incontri oſtacoli, che alterano le corriſpondenze delle impulſioni, onde il ſuo moto è compoſto: in ſimili caſi, baſtano gli *appreſſo a poco*, ed hannoſi quaſi ſempre o ſe mancano, le cagioni ſi preſentano da sè medeſime.

II. SEZIONE.

Delle Forze Centrali.

TUtto quello che abbiamo insegnato intorno al Moto semplice nelle precedenti Lezioni; e quello che poc'anzi esposto abbiamo del Moto composto, fa vedere che non vi ha moto alcuno, che sia naturalmente diretto in linea curva; un corpo determinato una volta a muoversi, o per una sola cagione, o per molte insieme, tende sempre a perseverare nello stato, in cui egli è, e questo stato consiste nel passare con una certa velocità da un termine ad un altro per la via più corta, ch'è una linea retta. Se veggiamo per tanto un mobile descrivere una linea curva col suo moto, considerar dobbiamo il cammino ch'egli fa, quasi una serie di movimenti non interrotti, ma le cui direzioni particolari si mutano ogni instante, e formano tra loro angoli molto ottusi: in quella guisa che si suole considerare un circolo, od una linea curva, come un aggregato di linee rette infinitamente corte, e insensibilmente inclinate fra esse; tale sarebbe la linea 1, 2, 3, 4, 5, 6, della *Figura* 10. se le parti intercette tra questi numeri non avessero una lunghezza sensibile.

Questa serie continuata di moti in linee rette, l'aggregato delle quali forma una curva.

non

non può dunque essere l'effetto d'una sola determinazione; molte eziandio non basterebbono, quando non cambiassero continuamente relazione fra esse, come spiegato abbiamo e provato nella Sezion precedente.

Ma queste relazioni o proporzioni possono cambiarsi, non solo quanto al grado di forza, ma quanto alla varietà della direzione delle potenze; e questo è lo scopo di una nuova considerazione, a cui ci rimane di ragguagliare il moto composto.

Supponiamo dunque che il mobile A, *Fig.* 14. sia sollecitato a moversi da due potenze che sien tra esse come le due linee A C: e A B; sì per l'intensità, come per le direzioni: vale a dire, che le lor forze sieno come 1 a 3, e le lor direzioni facciano tra loro un angolo retto nel punto A. Egli è certo che il moto composto comincierà da A d, e che continuerebbe fino in D, se niente si cambiasse; ma se le due potenze al fine di questo primo tempo si ritrovano disposte fra esse, come nel principio; se per esempio, la tendenza verso D rimanendo qual ella risulta dal moto composto, l'altra potenza dirigasi verso H, il moto si comporrà di nuovo, ed il mobile giungerà in *e*: e se simil cosa pure avviene, che l'una delle due potenze si diriga in I, si vedrà il mobile giungere in f e di là in g, e poscia in h, se il punto K ed il punto L diventano successivamante i termini della potenza ch'era da principio A C.

Ciò che quì abbiam supposto, trovasi realmente nel moto d'una fionda, o di qualunque altro corpo, che si faccia girare all'estremità d'una cor-

corda; imperocchè la mano passando successivamente per li punti C, H, I, K, L, fa passar la corda per le linee A *c*, *d* H, *e* I, ec. e però che si suppone che cotesta corda sia sempre della medesima lunghezza, ella rapresenta una potenza, che sol varia quanto alla sua posizione. Se si considereranno come infinitamente piccole le linee A *d*, *de*, *ef*, *fg*, ec. percorse dal mobile, la loro serie sarà una curva, tal quale descriver si vede a tutti i corpi che trovansi in simil caso.

Tutti i corpi che circolano come la pietra d' una fionda, fanno dunque uno sforzo continuo per non più circolare, poichè se fosser liberi, scapperebbono per qualcheduna delle piccole linee rette, ch' eglino ad ogni instante cominciano, come *d* D, od *e* E, che *tangenti* si nomano. Quest' è una conseguenza della prima legge del moto, confermata dall' esperienza; imperocchè se la corda si rompe, o del tutto si allenta, quando la fionda è in *d*, la pietra da lei portata non continua il suo moto per li punti *e*, *f*, *g*, ec. ma seguita la linea *d* D, e tutta la destrezza e perizia del fromboliere consiste in ben stimare la tangente, che si dirizza allo scopo.

Ma tendere a scappar per la tangente, e fare sforzo per allontanarsi dal centro del moto circolare, sono due espressioni, che si possono tener per sinonime; imperocchè è evidente che se il mobile A, in vece di andare da *d* in *e*, e da *e* in *f*, continuasse da *d* in *l*, e da *l* in *m*; vie più si scosterebbe sempre dai punti I, K; dunque in generale si può dire che tutti i corpi che si fan muovere in linea curva, tendono ad allontanarsi

dal

dal centro del loro moto; e che quando queſta tendenza non ha il ſuo effetto, avviene perchè ſono ritenuti, o ſpinti verſo coteſto centro da una forza contraria.

Queſte due forze che producono il moto circolare, o in linea curva, e che di continuo ſollecitano il mobile, una ad appreſſarſi, l'altra ad allontanarſi dal centro, nomanſi *forze centrali*; e per diſtinguerle l'una dall'altra, ſi chiama la prima *forza centripeta*, e la ſeconda *forza centrifuga*.

Le forze centrali ſono direttamente oppoſte l'una all'altra, imperocchè quantunque la forza centrifuga abbia la ſua direzione per la tangente, convien badare, che il raggio che rappreſenta la forza centripeta; ſe foſſe prolongato, verrebbe tagliato da coteſta tangente in una ſerie di punti che van ſempre ſcoſtandoſi dal centro: rendiamo la coſa ſenſibile per mezzo d'una *Figura*.

Supponiamo per eſempio, che il mobile M *Fig.* 15. ſia portato dal raggio B C, ſu la lunghezza del quale egli poſſa ſcorrere, è certo che ſe ſi fa girare queſto raggio attorno del centro C, tutti i punti compreſi tra M e B, paſſeranno ſucceſſivamente col mobile ſopra tutti quelli della tangente M D; e per conſeguenza il corpo M obbedendo alla ſua forza centrifuga, ſdrucciolerà direttamente da M in B. Per queſta ragione la corda d'una frombola riman teſa, mentre ſi fa girare; e quando ſi fa circolare parimenti un bicchiero pien d'acqua, il fluido non ſi verſa, ma fa piuttoſto ſforzo contro il fondo del vaſo. Paſſiamo alle ſperienze, e facciam prima vedere,

che le forze centrali hanno luogo in tutte le sorte di materie, fluida, o solida che sia, purchè il loro moto si faccia in linea curva.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La macchina che è rappresentata con la Fig. 16. è una tavola triangolare, sodamente fermata sopra tre piedi, che si possono mettere a lieva con alcune viti. Verso la sommità del triangolo essi perpendicolarmente elevato uno stipite di legno diritto, il quale porta una ruota verticale, che si rivolge con un manico girevole, o d'altra guisa: questa ruota mercè d'una corda e di due piccole carrucole di rincontro, conduce due grandi carrucole orizontali A B, che hanno i lor assi di ferro, e sono collocate negli altri due angoli della tavola: queste carrucole hanno più bastoncelli, di diametri differenti; e sul piano superiore di queste carrucole si fermano i varj pezzi che servon alle sperienze di questa spezie.

Per quella che abbiam tra mani, s'attacca sopra una delle due carrucole A, o B, un sostegnetto o braccio mobile C D: un filo di ferro teso da un corpo all'altro, infila due palle d'avorio d'eguale grossezza, che s'attengono l'una all'altra per mezzo d'una seta lunga 5. pollici, e che possono scorrere con una grande facilità sul filo di metallo che le porta. Si mette una delle due palle nel mezzo, e l'altra a tal distanza quanto può permettere la seta a cui s'attengono.

EF-

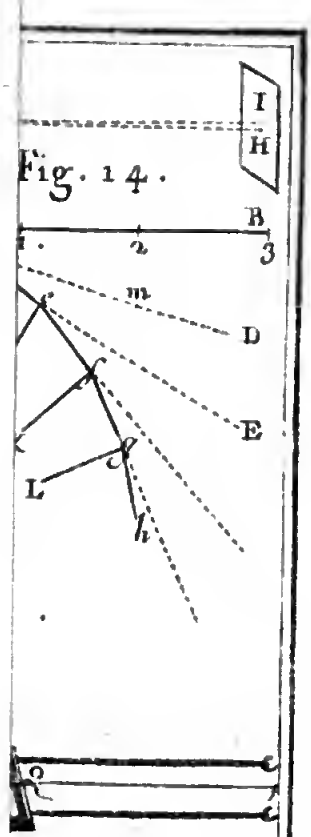


Fig. 14.

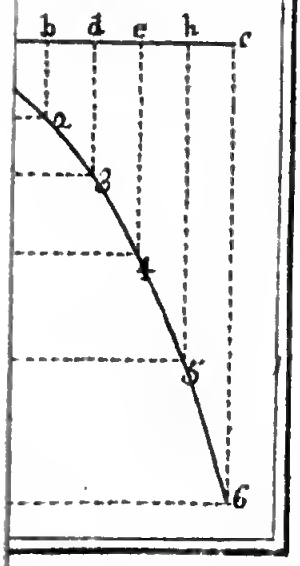


Fig. 10.

EFFETTI.

1. Quando si fa girare la gran ruota, e s'imprime un movimento circolare al braccio che sta attaccato ad una delle due carrucole A, o B, la palla E descrive un circolo e trascina seco lei, quella che è nel centro del moto.

2. Se si taglia la seta che lega le due palle, e si ricomincia l'esperienza, la palla F resta nel centro, e scatta l'altra sola.

3. Se in una terza prova, sendo le palle legate come nella prima, si collocano a distanza eguale dal centro da una parte e dall'altra, non smuovonsi del loro sito nè l' una nè l' altra, per quanta sia la velocità, con la quale si fan girare.

SPIEGAZIONI.

Quando il braccio o sostegnetto mobile gira orizontalmente, il filo di ferro che è teso da un capo all'altro, forma colla sua rivoluzione un piano circolare, di cui egli è il diametro, e tutti i punti compresi nella sua lunghezza, dal mezzo sino alle estremità C, e D, descrivono altrettanti circoli concentrici. Ma la palla E per conseguenza si trova in uno di questi circoli ch' ella pur descrive; cotesto moto le dà una tendenza ad allontanarsi dal centro della sua rotazione, per la tangente; e come ch' ella è portata da un raggio che si muove egli pure con lei, ella scorre su la di lui lunghezza, siccome abbiamo spiegato con la *Fig.* 15. Ciò che la fa muovere così, è una

forza reale, perchè la vince ſu la reſiſtenza non ſol della ſua propria maſſa, che per la ſua inerzia rimane per quanto può nella diſtanza nella quale è ſtata poſta, ma ſe la reſiſtenza eziandio d'un'altra maſſa che non circola, e che da una pari tendenza non è ſollecitata ad uſcir dal luogo ſuo: come appare quando ſi taglia la ſeta; imperocchè eſſendo allora il centro della palla F nel centro ſteſſo della rotazione, non vi può eſſere forza centrifuga che nelle ſue parti, che effettivamente girano; ma in un corpo sferico ed omogeneo, qual è la palla della noſtra eſperienza, le parti corriſpondenti hanno delle forze centrifughe eguali e direttamente contrarie, per conſeguenza in equilibrio: elleno ſono le une verſo l'altre come le due palle E & F legate inſieme con una ſeta, e poſte a diſtanze eguali dal centro del loro moto; ma ſaremo più a tiro di far intendere queſt' equilibrio, quando averemo inſegnato come ſi dee miſurare la forza centrifuga.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In vece del ſoſtegnetto, e delle due palle d'avorio, di cui ci ſiam ſerviti nell'eſperienza precedente, ſe ne colloca un altro che nel mezzo della ſua lunghezza porta una picciola conca piena d'acqua, alla quale comunicano due tubuletti di vetro inclinati G, H, e gonfiati in forma di palla nelle altre due eſtremità, come ſi vede dalla *Figura* 16.

EF.

EFFETTI.

Facendo girare queſto ſoſtegnetto, e ciò ch' egli contiene, l'acqua ſi ſolleva dalla conca per li tubuletti; e riempie le due pallottole che ſono ne' capi.

SPIEGAZIONI.

Avanti che s'imprima il moto di rotazione, l'acqua ſtaſſi a livello della conchetta, nella parte inferiore de' tubi; perchè coteſte colonnette del fluido fanno col loro peſo equilibrio a quelle che corriſpondono, nella conca, all'orifizio d'eſſi tubuletti. Ma quando coteſte piccole porzioni d'acqua vengono a girare con una certa velocità, la forza centrifuga maggior ch' il loro peſo il qual tiene in eſſe luogo di forza centripeta, le porta verſo la palla cava. A miſura che una parte aſcende, un'altra le ſuccede per far equilibrio all' acqua del vaſe; e ſucceſſivamente tanta quantità ſe ne ſolleva, quanta baſta per empire e il tubo e la palla.

APPLICAZIONI.

Queſte due prime eſperienze chiaro provano quello che da principio abbiamo aſſerito: che tutt' i corpi indiſtintamente, in qualunque ſtato ch' eſſer poſſano, acquiſtano una forza centrifuga girando; la conneſſion delle parti, o la loro fluidità, niente altera in queſto effetto; tal ſpezie di forza è come la velocità ripartita a tutte le par-

ticelle di materia che circolano, o piuttosto ella altro non è che la loro velocità medesima considerata in tale circostanza.

Le girandole, e le trottole, con le quali si divertiscono i fanciulli, possono quì essere chiamate come argomenti di dottrina al proposito nostro; infatti cotesti familiari esempj ci fan vedere che la forza centrifuga mettesi in equilibrio con sè medesima, ne' corpi, l'asse de' quali od il centro di gravità non circolano; come abbiamo di sopra insegnato, mettendo la palla d'avorio nel centro della rotazione; in simil caso il mobile ha solo il movimento circolare, senza alcun libramento, quantunque paia talvolta in quiete, facilmente si conosce che le sue parti tendono a scostarsi dal centro, e che son meramente ritenute dalla loro adereſcenza naturale; imperocchè se sopra vi si fa cadere qualche fluido, presto si dissipa, e abbandona la superficie solida con la quale gira. Le ruote delle carrozze e delle sedie da posta gittano il fango da lungi, e la mola dell'aguzza coltelli vuoterebbe la doccia, nella quale ella in parte s'immerge, e sarebbe un'aspersione continua e incomoda, se non si ponesse cura di fermar l'acqua di soverchio trasportata con un pezzo di cuojo o di cappello, che fassi girare su la sua superficie.

I Soli, che si fann'apparire ne' fuochi artificiali, piu grandi e più belli diventano mercè del loro moto di rotazione; imperocchè il salnitro infiammato si spande per un infinito numero di tangenti, e forma un piano più esteso, di quel ch' egli esser potrebbe, se ardesse senza girare.

Si

Si può trar profitto maggiore dalla noſtra ſeconda ſperienza, con applicare all' elevazione dell'acque o alla loro evacuazione, il principio di cui ella è la prova; un ſimil mezzo è ſtato già tentato con buon eſito; ed io non dubito, che in parecchie occaſioni ſe ne potrebbono ricavar grandi vantaggi. La famoſa tromba d' Aſſia per attrar acqua, fatta nota agli eruditi, ſotto 'l titolo di *Rotatilis Suctor* (*a*), che M. Papin inventò, e di cui poi ſi valſe in pratica con diverſi cambiamenti, altro in ſomma non era che un tamburro, o cilindro cavo, immerſo nell' acqua, e nel quale ſi facean girare alcune braccia od ali ficcate in un aſſe; facendo queſto moto di circolar l' acqua, le dava una forza centrifuga, che facevala innalzare per un canale o tubo fatto a bella poſta nella circonferenza del tamburro. Molti pure hanno fabbricate alcune tali trombe, nelle quali la forza centrifuga è ingegnoſamente applicata. Alcune ſe ne trovano appreſſo Ramelli; e nella raccolta delle macchine approvate dall' Accademia delle Scienze (*b*) Attenendoſi a coteſto principio ſi ſon pure inventati de' mantici da fucine (*c*) e certe ſpecie di cribri, o vagli, per mondare il formento; la parte principale di queſte macchine è ſempre un aſſe corredato di braccia, od ali, che ſi fan girare in un tamburro, ben vede chicchеſſia, che ſe vi ha un buco, od un cannone aperto, nella circonferenza del tamburro, ed un altro nell' un de' lati, preſſo al centro del moto, neceſſario è che ſegua uno ſcorrimento d' aria continuo per lo primo; imperocchè mentre

(*a*) Acta Lipſ. Jun. 1689. (*b*) Tom. 6. p. 11.
(*c*) Ibid. Tom. 5. p. 41.

la forza centrifuga cagiona un' evacuazione per la circonferenza, il peso dell' aria a cui nulla più s' oppone allora, dee riempire il tamburro per il centro.

M. Desaguilliers approfittandosi di queste due determinazioni, che si possono partecipare a i fluidi mercè di simili macchine, n' ha fatta costruire una (a), con la quale egli s' è proposto di cambiar l' aria della camera d' un ammalato, di rinovar eziandio quella de' sotterranei, o de' luoghi che diventano infetti per il soverchio numero o per lo cattivo stato delle persone, che ivi dimorano: come le Sale di spettacoli, i Refettori di Comunità, le Infermerie ec. Le sperienze che si son fatte a Londra nella camera bassa del Parlamento; han fatto vedere che l' autore non si era ingannato nelle sue mire, e che cotesta invenzione apporta vere utilitadi.

Se si volesse adoprare de' tubi, o cannoni inclinati, come nella nostra esperienza, è vero che vi si troverebbe l' istesso inconveniente che nella vite d' Archimede. Non si potrebbero applicare se non ad elevazioni d' acqua mediocri, perchè esigerebbono una troppo grande lunghezza; ma vi saranno ben de' casi, ne' quali quest' inconveniente non nuocerà. Si sa, che il buon esito delle macchine è dovuto alle circostanze, e che quella che per certi versi non è la migliore, deve bene spesso essere preferita per altre ragioni, che la vincono.

La forza centrifuga è un mezzo di cui spesso mi servo per raccorre insieme il liquore ne' miei termometri, quando o qualche scossa, od altra ca-

(a) Transf. Phil. n. 437.

cagione l'ha disunito in più parti. Essendo che questo picciol sinistro interrompe l'uso dell' istrumento, e può succedere a tutti quelli che han de' termometri, penso di dover qui dire il rimedio ch'io ci apporto, e ch'è facile e semplicissimo. Bisogna tenere il termometro per la sommità della sua tavoletta, e girarlo un po presto cinque o sei volte, di modo che la palla si trovi nella circonferenza del cerchio che le si fa descrivere, ed il suo tubo nel raggio. Il liquor separato acquista una forza centrifuga, che lo riunisce quanto prima al rimanente.

Si fa buona parte degli effetti, che un moto simigliante produce negli animali; e vediam sovente de' giovanetti trastullarsi con far girare de' volatili domestici, dopo d'aver loro posto sotto l'ala il capo, per addomentarli, com'essi dicono; ed in fatti cotesti animali restano immobili nel luogo dove si pongono dopo questo esercizio. Ma è probabilissimo che questo sia non tanto effetto d'un sonno, quanto effetto d'uno stordimento cagionato dalla turbazione impressa a' loro sensi, e finchè dura la quale, ricever non possono quelle impressioni le quali li determinano ne'loro ordinarj movimenti.

So, senza ombra di dubbio alcuno, che un animale può morire quando mettesi soverchio ad una tal prova. Io ho attaccato per le zampe di dietro un valido coniglio ad una corda, la quale ho fatta rapidamente girare da due uomini, ver cento girate continue in circa, e quando ei cessò, la bestia non era morta, ma non potè reggersi su' piedi, e spirò da lì a poco. Un gatto che si fe girare alla stessa maniera, non morì, ma vomi-

tò assai ; e tuttochè non avesse ricevuta percossa alcuna gli si videro nella gola delle goccie di sangue . L' ecconomia animale si scompone senza dubbio in tal caso , perchè la forza centrifuga determina i fluidi a portarsi verso la testa, il corso lor naturale è interrotto da questo straniero moto, e le lor funzioni cessano.

Il giuoco dell' anello , quel del dondolo , e dell' altalena , sarebbono pericolosi per la stessa ragione , se la posizione del corpo non oviasse agli accidenti ; se in vece di stare assiso , o in una situazione che mette i vasi appresso a poco paralleli all' asse della rotazione , si stasse collocato in manierachè la lunghezza del corpo fosse perpendicolare a cotesto asse medesimo , certa cosa è che presto ne seguirebbe lesione alla persona ; forse anche potrebbesi tentar questo mezzo , per redintegrare il corso degli umori nelle membra attaccate da paralisia . Sono stato in questo pensameuto prevenuto da un dotto uomo ; ma però che ne degli nè io facciamo professione o studio ordinario di notomia nè di medicina , lasciasi a quei dall' arte il giudicare quanto valga questa congettura , e qual uso se ne può fare .

La forza centrifuga non essendo altro che lo sforzo d' un corpo , che procura di continuare il suo moto per la tangente della curva che se gli fa descrivere : misurar si debbe come il moto medesimo , dalla massa e dalla velocità ; così di due mobili che circolano con velocitadi eguali , quello ha più di forza centrifuga che ha più di materia ; così parimenti , quando le masse sono eguali questa medesima forza non può differire se non per lo grado di velocità .

Per

Per conoscere il grado di velocità d' un corpo che circola, convien badare a due cose; 1. alla grandezza della sua rivoluzione; 2. al tempo ch' egli impiega nel farla.

Chiamasi *rivoluzione*, la curva che il mobile descrive, contando dal punto dond' egli parte fino che s' incontri in questo medesimo punto, od in faccia, sopra una linea che passi nel centro. Tal è il circolo che comincia in A *Fig.* 17. e che finisce nel medesimo punto, ovvero la spirale A E D che comincia e finisce su la medesima linea D C. *Figura* 18.

Il tempo che scorre, mentre il mobile fa un rivolgimento intiero, chiamasi *tempo periodico*. La velocità è tanto maggiore, quanto il tempo periodico è più corto, e più ampia la rivoluzione: così il mobile A anderebbe con più di velocità che il mobile D; se l' uno e l'altro percorresse nel medesimo tempo il circolo nella di cui circonferenza egli si sta: ovvero se avendo tutti e due da fare il medesimo rivolgimento, come A, F, l' ultimo facesse il suo giro più presto che l'altro. Siccome si misura un circolo dal suo raggio, così la rivoluzione circolare stimasi per la distanza del mobile dal centro; per conseguenza se la didistanza di C in D, è una volta più piccola che di C in A, si debbe conchiudere che la rivoluzione circolare dal mobile A è una volta più grande, che quella di D.

Computando le forze centrifughe di due corpi, abbiam dunque da considerare tre cose, la massa la distanza dal centro, ed il tempo periodico.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Sopra una delle due carrucole orizontali A, ovvero B della macchina rappresentata con la *Figura* 16. si pianta un sostegnetto *Figura* 19 su cui son fermati quattro tubi di vetro inclinati al piano, e che nel mezzo si congiungono. In ciascun tubo del primo pajo, sono racchiusi due liquori, che hanno pesi differenti; nel primo, dell'acqua comune e dell'olio di terebintina colorato; e nel secondo, dell'olio di tartaro con dello spirito di vino. Quei del secondo pajo sono pieni d'acqua con una piccola palla di rame in uno, e una di sughero nell'altro. Quando ogni cosa è in quiete, i due liquori più leggieri stannosi nella parte più elevata de' tubi che si racchiudono, e ciascuna delle picciole palle occupa altresì il luogo che conviene al suo peso: quella di metallo resta a basso, e quella di sughero nell'alto del suo tubo. Ma quando si mette in moto la macchina:

EFFETTI.

Lo spirito di vino e l'olio di terebintina cedono i loro luoghi all'acqua, e discendono nella parte inferiore de loro tubi; la palla di rame si porta alla cima del suo, e quella di sughero per contrario discende dall'alto al basso.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Per lo moto di rotazione impreſſo al ſoſtegnetto, ogni porzione de' tubi, e ciò ch'ella contiene, deſcrive un circolo, e acquiſta una forza centrifuga; il primo ſuolo d'acqua che tocca l'olio di terebentina eſercita dunque contro queſto liquore, tutta la tendenza ch'egli ha per allontanarſi dal centro del ſuo moto; queſto ſforzo ſarebbe inefficace, ſe la forza centrifuga dell'olio foſſe eguale a quella dell'acqua; poichè eſſendo ſoſtenuto da una colonna dello ſteſſo liquore appoggiata all'eſtremità del tubo, nulla ſarebbevi che lo coſtrigneſſe a cedere il ſuo luogo: ma egli è men peſante, e l'acqua, in conſeguenza del ſuo eccesſo di maſſa, preval contro l'olio, e lo precipita a poco a poco imperocchè ciò che ſuccede tra i due primi ſuoli, ſuccede nè più nè meno in tutti gli altri: quindi è che l'olio e lo ſpirito di vino traportanſi di luogo, non per uno ſforzo poſitivo dal canto loro (imperocchè il moto circolare dà pure della forza centrifuga a queſti due liquidi;) ma perchè queſta forza in eſſi non adegua quella dell'acqua; ed eſſendo la materia impenetrabile, e non baſtando il luogo neceſſario a contener la colonna d'acqua, per comprendere ſeco altresì quella dell'olio, il luogo più lontano dal centro viene occupato da quel dei due liquori, che ha più di forza per impadronirſene.

Deveſi ſimilmente ſpiegare lo ſmovimento di ſito delle due palle; per tutto dov'elle s'attrovano ne' loro tubi, ciaſcheduna, corriſponde

ad

ad un volume d' acqua, la cui maſſa è differente dalla ſua, nel più o nel meno. Queſta inegualità fa naſcere un eccesſo di forza centrifuga nell' uno de' due volumi che ſi toccano; ed in queſta maniera la palla di ſogbero più debole che l' acqua, è coſtretta a diſcendere; il rame, per contrario, prevale e s' innalza al di ſopra di tutti i volumetti d' acqua corriſpondenti.

APPLICAZIONI.

Vedeſi dunque da queſti effetti, che la forza centrifuga creſce come la maſſa de' corpi, quando le velocità ſono eguali, e che la forza centripeta d' una materia, puo eſſere l' effetto della forza centrifuga d' un' altra, che le circola con eſſolei d' intorno. Il Contadino che vaglia il ſuo grano, ce ne porge un eſempio, il quale ha meritato l' attenzione de' Filoſofi: qualor egli vuole riunir in un luogo la paglia ch' è col grano meſcolata, per purgarnelo, imprime a tutta la maſſa un moto circolare, e toſto ſi vedono le parti più leggiere portarſi al centro del moto; perchè le più peſanti hanno più di forza per andare alla circonferenza.

Oſſervaſi pure, che tutti i corpi che ondeggiano ſopra d' un' acqua, la quale gira, raccolgonſi verſo il centro del ſuo moto; quindi è, che con tanta cura ſi ſchivano tutti i ſiti del mare e de' gran fiumi, dove l' acqua moſtra di avere un movimento ſimigliante; imperocchè una funeſta Eſperienza ha fatto vedere, che ivi per lo più ſi perisce.

Ma

Ma quello che avviene per un eccesso di massa, avverrebbe pure per una maggiore velocità: un corpo circondato da una materia circolante, benchè fosse più grave di cotesta materia, cederebbe nulladimeno alla sua forza centrifuga, se essa materia girasse molto più presto di lui; di maniera che, per esempio, il grado di velocità nell'una, la vincerebbe sul più di massa nell'altro. I turbini, o vortici di vento che sollevano la polvere e la rena, ce ne porgono un esempio ed una prova; imperocchè osservar si può, che questi corpi molto più pesanti che l'aria, nella quale s'aggirano, sono in maggior quantità nel centro del vortice, quando il turbo comincia, e non hanno per anche acquistata tutta la velocità del fluido.

Il Descartes prendendo le mosse da questo principio, aveva ingegnosamente immaginato, che spiegar si potrebbe meccanicamente cotesta forza centripeta de' corpi, che nomasi *gravità*, supponendo attorno del nostro globo un vortice di materia sottilissima, la cui velocità fosse assai grande: imperocchè (diceva egli) questa materia, a causa della rapidità del suo moto, averebbe molto di forza centrifuga; e tutti gli altri corpi ch' ella incontrasse come fluttuanti, avendone molto meno di essa, sarebbono costretti di cederle in tutti gl'instanti, finchè fossero giunti nel luogo più basso, cioè nel centro del moto, od avessero incontrato qualche ostacolo invincibile che gl' impedisse d' andarvi.

Questo filosofo studiando di convalidare il suo raziocinio con alcuni fatti, per rendere la sua ipo-

ipoteſi più veriſimile, indicò una molto curioſa Eſperienza, che non dobbiam facilmente credere aver egli mai eſeguita al ſuo tempo, ma che lo fu dapoi, e che noi quì riferiremo;

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A, *Fig.* 22., è un globo di criſtallo pien d'acqua, con la quale s'è introdotto un poco di ſpirito di terebintina colorato. Queſta palla è ſoſtenuta ne' poli da due pilaſtrini, o colonnette biforcate in punta. ſicchè vi può ſopra girare liberamente, quando metteſi in moto la gran ruota verticale B, che comunica per mezzo d'una corda incrocicchiata con la carrucola o rotella C, affiſſa all'un de' poli; il piano che ſoſtenta i due pilaſtrini o ſoſtegnetti del globo, può alzarſi ed inclinarſi più o meno col mezzo di due cerniere D, D, ed'una vite F che ſerve a tenerlo fermo all'altezza che ſi vuole; il tutto regge ſopra una tavola a treppiedi, che ſi mette di livello con alcune viti.

EFFETTI.

1. Quando ſi fa girare il globo ſul ſuo aſſe collocato orizontalmente, lo ſpirito o l'olio di terebintina, che occupava un piccolo ſegmento del globo nella parte ſuperiore, divideſi in un gran numero di piccoli globuletti, che nuotano nella maſſa d'acqua rinchiuſa con eſſi, e che a poco a poco in un con eſſa ricevono un moto di ro-

notazione: veggonsi poscia ristrignersi sempre più, e formare attorno dell'asse della rotazione comune un gomitolo, od involucro, o direm meglio un solido, la cui figura è ordinariamente cilindrica.

2. Dacchè si cessa di far girare il globo di vetro, il cilindro formato dalle parti d'olio colorato, si dilata in prima nell'estremità, e poscia nel resto della sua lungezza, fino a tanto che venendo il moto a cessare nell'acqua, tutto l'olio si raduna, per la sua leggierezza, nella parte superiore del globo, dov'egli era avanti l'Esperienza.

3. Se si ricomincia il moto di rotazione, e s'inclina l'asse del globo, quando le particelle di olio ivi son raccolte; elleno portansi a poco a poco al polo più elevato, e vi stanno finchè dura quest'inclinazione.

4. Quando, in vece d'olio colorato, mettesi nell'acqua una picciola palla di cera; ella è trasportata nell'asse dal moto di rotazione, e segue di lei lo stesso, che di ciascuno de' globuli d'olio; vale a dire, che se l'asse è Orizontale, ella stassi per tutto dove s'attrova nella lunghezza dell'asse e s'egli è inclinato, il polo più elevato è quello dov'ella s'avvia.

5. Un globulo d'aria, che alla palla di cera si sostituisce, fa veder la stessa cosa; ma se quando esso globulo è nell'uno de' poli, si fermi o si rallenti il moto del globo di vetro, avvien talora che cotesta particella d'aria portasi verso il centro della sfera,

6. Se si mette nel globo una pallottola di cera, che pesi un po' più dell'acqua per qualche

grano di piombo cacciatovi nel centro, e facciasi poi ella circolare lentamente in distanza d'alcuni pollici dall'asse; raddoppiando allora la velocità, si vede cotesta picola massa, tuttochè più pesante d'un pari volume d'acqua, discendere nell'asse, ed ivi rimanere costantemente, girando sopra sè stessa; ed allorchè s'inclina l'asse della rotazione, in luogo di portarsi al polo più elevato, come la precedente, piglia una strada contraria. Questa Esperienza è difficile anzi che nò, e dilicata, e richiede in chi la pratica un poco d'uso e destrezza; ma quand'anche in dieci volte che un la fa riuscisse una sol volta, questo basta per provare il principio, a cui questo fatto s'appoggia.

SPIEGAZIONI.

Per ben intendere tutti questi fatti, bisogna concepire da bella prima la massa d'acqua chiusa nel globo di vetro, come se fosse composta d'inumerabili suoli fluidi tenuissimi, sopraposti l'uno all'altro, e che van sempre decrescendo di diametro fino al centro.

Quando si mette il globo di vetro in moto, la superfizie solida trascina per lo sfregamento quella del fluido, che la tocca immediatamente; e però che l'olio colorato è una parte di essa, questi è trasportato dal suo luogo, al primo giro che si fa del globo. Il suo traportamento fa ch'egli si divida; imperocchè venendo più basso che prima egli non era, esigge la sua leggierezza, che salga di bel nuovo; incontra nel suo moto l'acqua agitata che lo separa, e ciascuna

di

di coteſte parti premuta egualmente da tutti i lati dal fluido che la circonda, prende una figura globuloſa. Continuando il globo a girare, comunicaſi il moto di ſuolo in ſuolo a tutta la maſſa dell' acqua, di maniera che ella ſi muove poi come un ſolido; voglio dire, che tutte le parti ſerbano girando ſituazioni coſtanti fra eſſe. Quindi, ſiccome tutti i punti della ſuperficie del vetro C, D, E, F, G, *Figur.* 23., contando da un polo all' altro, additano tante circonferenze di circoli paralleli, parimenti può uno rappreſentare a sè medeſimo tutti i ſegmenti d' acqua che a detti circoli corriſpondano, come tanti piani circolari, che girano parallelamente ſul medeſimo aſſe A B.

Ora ſe noi conſidereremo i noſtri piccioli globuli d' olio diſperſi nell'acqua, vedremo che ciaſcuno d' eſſi è ſollecitato ad aproſſimarſi al centro non della ſfera comune, ma del circolo particolare nel quale ſi trova. Quello ch' è in *a*, per eſempio, e che gira in quel parallelo, ha bensì, in conſeguenza del ſuo moto circolare, una forza centrifuga, per cui tende verſo F, e con la quale traporterebbeſi certamente inſieme coll' acqua, ſe il globo foſſe aperto in coteſto luogo: ma è rinchiuſo, e corriſponde di continuo ad un volume d' acqua che ha più maſſa di lui, e che girando con una velocità quaſi eguale alla ſua, gli contraſta il ſito più elevato, con una forza centrifuga prevalente; lo che lo coſtrigne a cedere ſino al centro del moto, dove tal forza è nulla. Ciaſcuna particola d' olio ſoggiace all' iſteſſo evento nel ſegmento d' acqua, ov' ella incontraſi; perciò tutte vengono a ſchierarſi nel cen-

rto della loro rivoluzione particolare, come le cifre 1, 2, 3, 4, 5, 6, ec. e queſt' effetto ceſſa, ſubito che la cagione non ſuſſiſte più; cioè a dire, che l' olio vi ſale per la ſua leggerezza riſpettiva, quando l'acqua perde la forza centrifuga ceſſando di girare.

Finchè l' aſſe della rotazione è orizontale, e che il moto è uniforme in tutta la maſſa del fluido, le particelle d' olio ſchierate nell' aſſe conſervano coſtantemente la forma d' un cilindro; e per qual ragione avrian da pigliare altra figura? Lo eſige forſe la figura del vetro, come l' ha creduto un Fiſico de' noſtri ultimi tempi? queſta opinione è inſoſtenibile, non ſol perchè è ſmentita pianamente dall' Eſperienza; ma ancor perchè non ſi trova niente nella teoria delle forze centrali, nè nell' altre leggi del moto, che la favoreggi.

In fatti, quando un corpo più leggiero che l' acqua, è ſpinto verſo l' aſſe della rotazione comune a tutta la maſſa; è forſe la parte del fluido a lui ſopraſtante che lo ſollecita a cadere? o non è piuttoſto quella che gli ſoggiace, che tende a cambiarlo di luogo? Qual parte ha dunque in queſt' effetto la ſuperficie del vaſo e la di lui figura? Qual ch' ella eſſer poſſa quand' il vaſo è pieno, io non ci veggo, fuorchè un punto d' appoggio che ritiene il fluido, ma che non muta niente nella direzione delle parti inferiori.

Ma ſe il diſcorſo laſciaſſe qualche apparenza di dubbio in tale quiſtione, ſarebbe ſempre deciſa chiaramente dall' Eſperienza. Se la sfericità del vetro foſſe capace di convertire per la ſua reazione le forze centrifughe particolari di ciaſcun

cun circolo, in una forza centripeta comune, come è ſtato preteſo; dimando, perchè non ſi vede alcun ſegno di queſta converſione, quando ſi fan girare con l'acqua delle particelle d'olio, od altra materia leggiera: perchè coteſti corpi, portandoſi all'aſſe, non affettano mai una figura, che poſſa far credere ch'eglino tendono ad un medeſimo centro? per qual ragione una palla di cera, una bolla d'aria ec. indifferentemente reſtano in tutti i punti dell'aſſe, ove s'incontrano?

In fine, per terminar di convincere quelli, che ancor aveſſero qualche dubbio, mutiamo vaſi, mettiamo il noſtro fluido in un emiſfero, in un cono, in un cilindro: ſe l'inclinazion delle pareti entraſſe per qualche coſa negli effetti, noi vedremmo ſenza dubbio i corpi leggieri portarſi verſo la baſe dell'emiſfero, e del cono, e reſtare nel cilindro indifferentemente dovunque trovaſſerſi: queſta differenza (ſe ci foſſe) darebbe in vero qualche credito all'opinione da noi combattuta; ma il fatto ſta, che una ſimile differenza non vedeſi, e fin coloro che più vorrebbon trovarcela, han dovuto concedere, che non ci ſi trova, ogni volta che ho io lor ripetute queſt'Eſperienze con tutta l'attenzione, e la cura poſſibile.

Dopo che han ciò confeſſato i miei Avverſarj, ben poteva io credere, eſſere le mie prove vittoriose. Con tutto ciò fa meſtieri ch'io riſponda ad un'altra loro obbiezione. Oppongono eſperienza, a eſperienza, e dicono: una bollicella d'aria ritorna dal polo verſo il centro della ſfera, dunque è colà ſpinta da una forza ch'eſſer

non può, se non la forza axifuga, convertita in centripeta per reazione.

Quando il moto è uniforme nel fluido, una palla di cera, una particella d'olio ec. rimane in tutti i punti dell'asse indifferentemente, e per quanto tempo dura il moto uniforme; se la bollicola d'aria lascia il polo per andare verso il centro della sfera, questi è un gioco di mano, che sol può illudere chi non vi pon mente, o chi è troppo nella sua opinione preoccupato; in fatti ciò solo succede, quando si rallenta il moto del globo di vetro; ed eccone la ragione.

Siccome il moto si comunica dalla superfizie del vetro alla massa dell'acqua per lo sfregamento, così nè più nè meno si rallenta; ma questi sfregamenti tanto più d'effetto hanno, quanto le superficie a più picciol volume d'acqua corrispondono: quindi è, che la parte del liquido contenuta sotto la superficie solida CH, perde il suo moto molto prima che quella ch'è sotto G, o sotto F; la velocità dunque comincia a scemare ne' poli; e li paralleli, che più s'avvicinano all'Equatore, conservano la loro più lungo tempo che gli altri.

Quando la bolla d'aria è nell'asse in qual luogo che si voglia, ivi è ritenuta dalla forza centrifuga dell'acqua; ma questa forza va scemando come il moto circolare, più presto nel polo che altrove; la bolla d'aria che ivi si trova, esce ben presto dal luogo ch'ella occupa a cagion della sua grande leggierezza; l'inclinazione delle pareti del vetro la conduce obliquamente; ma però che procedendo così, ella incontrasi in paralleli più vicini all'Equatore, e ne' qua-

quali il moto, e per conſeguenza la forza centrifuga s'è conſervata, vien'ella toſto riſpinta verſo l'aſſe, e più vicino al centro, che non era avanti che foſſe ſmoſſa dal ſuo luogo.

Con quai fondamenti potrebbeſi mai penſare, che queſta bolla d'aria in caſo ſimile, abbia una determinazione preciſamente fiſſata nel centro? Avvien per verita, che colà ella ſen vada talora; ma queſt'è un efferto di qualche accidente, e. g. librazione, o ſcotimento nel fluido, difetto di poſizione nell'aſſe ec. imperocchè per lo più ella non ſe ne va a coteſto termine, ovvero l'oltrepaſſa.

Il moto del fluido più preſto rallentato ne' poli che altrove, è altresì la vera cagione, per la quale l'olio ſchiarato in cilindro attorno dell'aſſe, dilataſi nell'eſtremità, toſto che ſi ferma il moto del vetro.

Finalmente, quando inclinaſi l'aſſe della rotazione, i corpi che ivi ſi trovano, portanſi al polo più elevato, o a quel che lo è meno, ſecondochè ſono o più leggieri, o più peſanti del fluido. Lo che ben prova ancora, che dal centro ai poli non provano alcuna forza, che li ſolleciti a reſtare nel centro, e che ſon ritenuti nell'aſſe per la forza centrifuga, appreſſo a poco come farebbono in un tubo, nel dilungo del quale aveſſero libertà di moverſi.

Rimane a dire, come una palla di cera, reſa più peſante dell'acqua, poſſa eſſere protruſa al centro, ed ivi ritenuta per la ſteſſa azione, che colà guida un altro corpo più leggiero che il fluido medeſimo: produce forſe la ſteſſa cauſa due contrarj effetti?

Se veggiamo andarſene al centro del moto comune un corpo che circola con un fluido, infallibilmente ciò avviene, perchè egli ha meno di forza centrifuga che il fluido; ma tale eccesso di forza in queſto, può provenire o dalla ſua maſſa, o dalla ſua velocità. Nel caſo preſente, a cagion della velocità, l'acqua ha queſto vantaggio ſopra la palla di cera: quand'ella ſi tiene alcuni pollici diſtante dall'aſſe, s'aumenta tutt'in un tratto il moto dell'acqua, che non comunica già ſubito queſt'aumentazione di velocità al picciolo corpo ſolido; l'eccesſo di velocità ch'ella ha ſopra di lui per alcuni inſtanti, ſupera il ſuo eccesſo di maſſa ch'è poco notabile: perciò la forza centrifuga del fluido divenuta più grande che quella della piccola palla ondeggiante, mercè queſto accreſcimento di velocità, caccia queſt'ultima fin nell'aſſe. Toſto che ivi ell'è girata in ſe ſteſſa, e prendendo le ſue parti forze centrifughe direttamente oppoſte fra eſſe, il ſuo peſo può ſolo operare ſecondo la direzione da un polo all'altro.

APPLICAZIONI.

Da queſte illazioni, e da queſti effetti ſi vede che il penſamento del Carteſio circa la cauſa fiſica della gravità, è meno adequato che ingegnoſo imperocchè ſe foſſe vero, che i corpi cadeſſero verſo la terra, per la forza centrifuga d'un vortice fluido, come l'olio o la palla di cera della noſtra Eſperienza; la lor tendenza non ſarebbe ſempre diretta al centro del globo, come ce l'additano i più noti fenomeni della gravità; ma a differenti

renti punti dell'asse, lo che dalle precedenti Esperienze si fa manifesto.

Il Sig. Hughens guidato dalla sola scorta della teoria, avea veduta questa difficoltà, prima che l'esperienza l'avesse resa sensibile. Trovata egli insostenibile l'ipotesi d'un solo vortice, pensò che il fluido, alla forza centrifuga del quale dovevasi attribuire la discesa de' corpi gravi, formasse un gran numero di vortici, le cui rivoluzioni si facessero per tutti i versi. Questo nuovo sistema non è stato molto più del primo felice: l'insufficienza del primo, ch'è per altro semplicissimo, è già provata: l'altro potrebbe forse soddisfare alla spiegazion de' fenomeni; ma come mai ammetteremo una materia, il di cui moto si fa in tutte quante le direzioni, senza distruggersi? averà ella su gli altri corpi forza ed azione, senza punto sentirne in sè? e s'ella s'urta e si sospigne per contrario verso come sussisterà il suo moto?

Quest'ultima opinione sopra la causa della gravità, patì molte contradizioni, e diede motivo a parecchi esami molto curiosi; ma per quanto ingegnose sieno state le ragioni portate in suo favore, bisogna concedere, che non sono state forti a bastanza, e che non hanno decisa la quistione: poichè l'Academia delle Scienze la propose per argomento del premio dell'anno 1728.

Tra le Dissertazioni mandate all'Academia, quella che fu coronata, suppone nel vortice due soli moti, le direzioni de' quali s'incrocicchiano ad angoli retti; vale a dire, che l'uno ha per asse un de' diametri dell'Equatore, e che l'altro si fa su i poli di questo medesimo circolo, come l'acqua del nostro globo di vetro.

Il

Il Sig. Bulfingero, autor di queſta nuova ipoteſi, volendo come il Carteſio, rendere ſenſibile la propria idea con qualche fatto, ha avuta quaſi egual fortuna: egli ha eſcogitato e propoſto un mezzo (*Figura* 24.) per far girare nel medeſimo tempo il globo di vetro ſu due aſſi, che ſi tagliano ad angoli retti; ma quì non ſtava l'eſſenziale: biſognava che la maſſa d'acqua contenuta in queſto globo, prendeſſe i due moti che ſi ſuppongono nel vortice; ma queſto è quello che non ſuccede, nè può ſuccedere; io ſon ſicuro del fatto, per aver con tutto lo ſtudio fatta l'eſperienza, e ripetuta più volte alla preſenza di perſone perſpicaciſſime e attentiſſime. Coll'applicare un ſegno alla ſuperficie eſteriore del globo di vetro, ſi vede che queſte due rotazioni non hanno luogo, ſe non riſpetto ſolamente al globo medeſimo; ma che relativamente a qualche punto fiſſo, preſo fuori, o dentro della ſfera, l'una delle due rotazioni ſi riduce ad una ſpezie di moto che deſcrive un 8. di cifra, e la cui riſoluzione intera per conſeguenza ſi fa per due contrari verſi in riguardo agli oggetti che ſono fuori o dentro del globo: dal che ſi ſcorge che l'acqua contenuta in coteſto vaſe, non riceve nel medeſimo tempo due moti di rotazione, come ſi potria credere, e come taluno ha preteſo: imperocchè il moto ſi comunica dal globo al fluido ch' ei racchiude, mercè lo ſfregamento della ſuperficie interiore: ma quantunque queſto globo giri per due verſi, i punti differenti della ſua ſuperficie non deſcrivono circoli che ſi tagliano ad angoli retti. Non ſi dee dunque rimaner ſorpreſo, che, quando ſi vien al fatto, i corpi leggieri

ri mostrino la sola tendenza all'asse, come fan nell'esperienze d'una sola rotazione, e non già una direzione al centro della sfera, come talun s'era immaginato. Vedete le memorie dell'Accad. delle Scienze dell'anno 1741. p. 184.

Quantunque le ipotesi e le sperienze, che abbiam riferite, non abbiano il vantaggio di spiegare in modo che soddisfaccia, perchè tendano i corpi sullunari a portarsi verso il centro della terra; nulladimanco sappiamo, senza poterne dubitare, che una materia fluida che circola può precipitare corpi più leggieri di lei, ed insieme quelli che hanno più di massa. Se questo incontrastabile principio non è stato fin ora con tanto fortunato esito applicato, che risolva pienamente la quistione, non dobbiamo però disperare, che avvenir ciò possa un giorno. Parmi più ragionevole credere che potrann'altri fare quello che noi non abbiam fatto, che riputare impossibile il da noi inutilmente fin ora tentato.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Su le due carruccole orizontali della macchina rappresentata colla *Fig.* 16. convien fissare le due braccia o sostegnetti A, B, *Fig.* 2. e 21. le due precedenti lettere indicano due scatole che liberamente scorrono sopra due fila di metallo tese parallelamente da un capo all'altro del sostegnetto, e delle quali variar si può il peso, con porvi dentro delle rotelle di piombo. C D, son due

altre

altre ſcatole che ſdrucciolano verticalmente tra due fila parallele di metallo, ſoſtenute e teſe mercè di due paletti d'acciajo drizzati a guiſa di forca: e di queſte pure ſi può variare il peſo. Coteſte ſcatole ſono congiunte fra eſſe per via di cordicelle, e di carrucolette che ſi corriſpondono: così che C non può avanzarſi verſo l'eſtremità del ſoſtegnetto, ſenza traportare altrettanto la ſcatola D. Sotto ciaſcuna delle due prime ſcatole vi ha una piccola molla debolissima, che ſcorre ſopra un appiccagnolo o laminetta i cui denti ſon quaſi a fior del piano, e che impediſce non ritorni la ſcatola indietro quand'è avanzata. Il ſoſtegnetto dal mezzo della ſua lunghezza ſino alla ſua eſtremità, da una parte e dall'altra, è diviſo in oncie, e linee per regolar la grandezza della rivoluzione di ciaſcuna ſcatola A, o B, con la lunghezza del raggio a capo del quale ell'è ſtata poſta.

EFFETTI.

1. Le due ſcatole A, B, d'egual peſo, come pur l'altre due C, D: poſte (le due prime) quattro pollici in diſtanza dal mezzo dei lor ſoſtegnetti, e facendoſi l'una e l'altra girare con velocità di eguali, con metter la corda nelle golle delle due carrucole orizontali, che ſono eguali fra eſſe: cadauna d'eſſe ſcatole A, e B, corre nel medeſimo tempo verſo l'eſtremità del ſuo ſoſtegnetto, e traſporta la ſcatola C, o D che le fa reſiſtenza.

2. Il medeſimo effetto ſuccede, quando la ſcatola A peſa due volte altrettanto che l'altra, ma

sì che questa sia in capo ad un raggio una volta più lungo. Se per esempio A che pesa quattro oncie è nella cifra 4, bisogna collocar D che ne pesa due nella cifra 8.

3. Ma se rimanendo i pesi eguali, mettasi l' una delle due scatole in distanza di 4, e l'altra di 8, questa parte, e la prima resta al suo luogo, se non si accresce il moto.

4. Per ultimo essendo ogni cosa disposta come nel caso precedente, se si vuole che le due scatole A, e C, scappino nel medesimo tempo bisogna raddoppiare il contrapeso di quella che è ad una distanza doppia dal centro, e la cosa riesce.

SPIEGAZIONE.

Abbiam detto di sopra; che la stima delle forze centrifuge dipende da tre cose; dalla massa del corpo che circola, dalla sua distanza dal centro del moto, e dal tempo periodico della sua rivoluzione. Nelle sperienze poc'anzi, citate, i tempi periodici sono eguali: perchè le due carrucole orizontali su le quali sono fermate le due braccia, o sostegni, e che distribuiscon loro l'azione del motore comune, sono tutte e due della medesima grandezza: il mezzo di ciascun braccio è sempre il centro della rivoluzione, e per conseguenza ne vien regolata la grandezza con la distanza che mettesi tra'l centro e la posizion della scatola: la massa del mobile fassi nota dal piombo ond'ella si grava; e puossi conoscere la quantità della forza centrifuga, dal valore del peso C, o D, ch'ella trasporta, e che deve essere considerato come una forza centripeta.

Nel

Nel primo caso, e nel secondo, le forze centrifughe pajono eguali nei due mobili, poichè eglino traportano nel medesimo instante resistenze eguali. E lo sono infatti: imperocchè da bellaprima la massa, la distanza dal centro, il tempo periodico, tutto è uguale da una parte e dall' altra: dipoi le masse per verità e le distanze dal centro sono differenti; ma essendo in ragione reciproca, l' una compensa l' altra. Imperocchè abbiam detto, e provato che la forza centrifuga cresce altrettanto per la velocità che per la massa: ora quì la velocità dipende dalla distanza dal centro, poichè i tempi periodici sono eguali: son due mobili, l' uno de' quali descrive un circolo una volta maggiore dell' altro nel tempo medesimo; e non è ciò, un andare con una doppia velocità? Perciò essendochè 2 di velocità, e 1 di massa equivale a 2 di massa e 1 di velocità, le forze centrifughe de' nostri due mobili sono eguali, quando le loro distanze dal centro sono in ragione reciproca del loro peso.

Nel terzo caso, la velocità è maggiore nell' un de' due; egli descrive un circolo più grande, nel tempo che l' altro ne percorre un più piccolo, la forza centrifuga deve dunque essere parimenti più grande: ed il quarto caso ci addita che quest' eccesso corrisponde a quello della velocità, poichè la forza che ne risulta, traporta una resistenza doppia.

APPLICAZIONI.

Quando si è posta l' una delle due scatole A, o B della precedente esperienza, ad una certa distan-

ſtanza dal centro, ſe il dente dell'appicagnolo non la riteneſſe ſalda, facilmente ſi capiſce che il peſo C, o D, traſcinerebbela per lo raggio, all'eſtremità del quale ella ſe ne ſta. Si vede pure, che quando la ſi fa girare con baſtevole rapidità la ſua forza centrifuga la fa andare per un verſo contrario, e che i denti dell'appicagnolo non han da far nulla. Ma tra queſti due eccesſi, vi è un certo grado di forza centrifuga, che farebbe un giuſto equilibrio col peſo D, e s'egli poteſſe ſuſſiſtere, è coſa indubitata che il mobile continuerebbe le ſue rivoluzioni, ſenza avvicinarſi nè allontanarſi dal centro.

Queſt'è una coſa che diventa evidentiſſima, quando un ſi riduce alla mente il terzo caſo della prima eſperienza. Due palle d'avorio, di peſi eguali, legate per un filo e collocate a diſtanze eguali dal loro moto, fannoſi reciprocamente equilibrio, e non ſi ſmuovono di luogo, per quanto velocemente girar ſi facciano, eſſendo le maſſe eguali, le lor forze centrifughe non poſſono creſcere ſe non per la velocità; ma fin ch'elleno ſono nel medeſimo circolo, non ſi può aumentar quella d'una, ſenza aumentar nel medeſimo tempo ed egualmentente quella dell'altra; così le loro forze ſono ſempre eguali, e direttamente contrarie. In qualunque inſtante che ſi conſideri dunque uno di queſti mobili, egli è in equilibrio tra la ſua forza centrifuga e quella del ſuo antagoniſta; e per queſta egualità di forze oppoſte, egli ſi mantiene coſtantemente alla medeſima diſtanza dal centro, o (lo che è la ſteſſa coſa) le ſue rivoluzioni ſon ſempre ſimili tra eſſe.

I corpi celeſti, hanno de' moti, che ſpiegar ſi devo-

devono secondo questi principj. Se la luna gira attorno della terra, e gli altri pianeti attorno del sole, facendo rivoluzioni così ben regolate, che un Astronomo ne conosce la durata, e l'estensione esattissimamente; cio è, perchè tutti questi luminari sono nel medesimo tempo da due potenze sollecitati; da un canto la forza centrifuga, che risulta dal loro moto quasi circolare, tende ad allontanarli dal centro di cotesta rivoluzione; dal canto opposto, eglino son ritenuti da una forza centripeta, accordata da tutti i Filosofi, con tutto che non convengano fra loro intorno alla natura della di lei cagione. Se una di queste due forze cessasse d'oprare, questi gran mobili verrebbono a precipitarsi nel centro del mondo; ovvero anderebbono a perdersi nell' immensità de' Cieli; ma simili timori nò, non li abbiamo; e non ci fermiamo in vane finzioni. L' Essere che colla sua sapienza ha ordinato l'Universo nella presente maniera, ha proveduto altresì alla durata delle opere sue, per mezzo di leggi, che dobbiam riputare infallibili, e nella loro infallibilità riposare.

Noi non ci diffonderemo d'avantaggio quì, intorno alla applicazione che si può fare delle forze centrali a' moti de' corpi celesti; poichè ne tratteremo a parte nella Lezione che riguarda il Sistema generale del mondo.

Dopo d'aver fatto conoscere, donde nascono le forze centrali; ed in qual guisa se ne dee fare il calcolo, io potrei esaminare i rispetti diversi, ch' elleno prender possono fra esse, e tutte le sorte di curve che da questi cambiamenti nascer possono: ma tai quistioni non v' è modo di trattarle

con

Fig. 19.

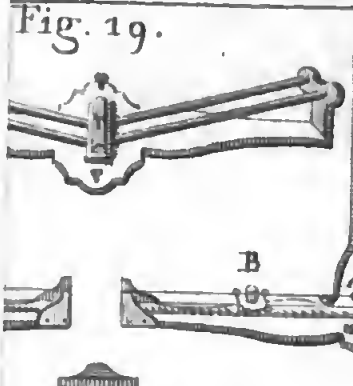
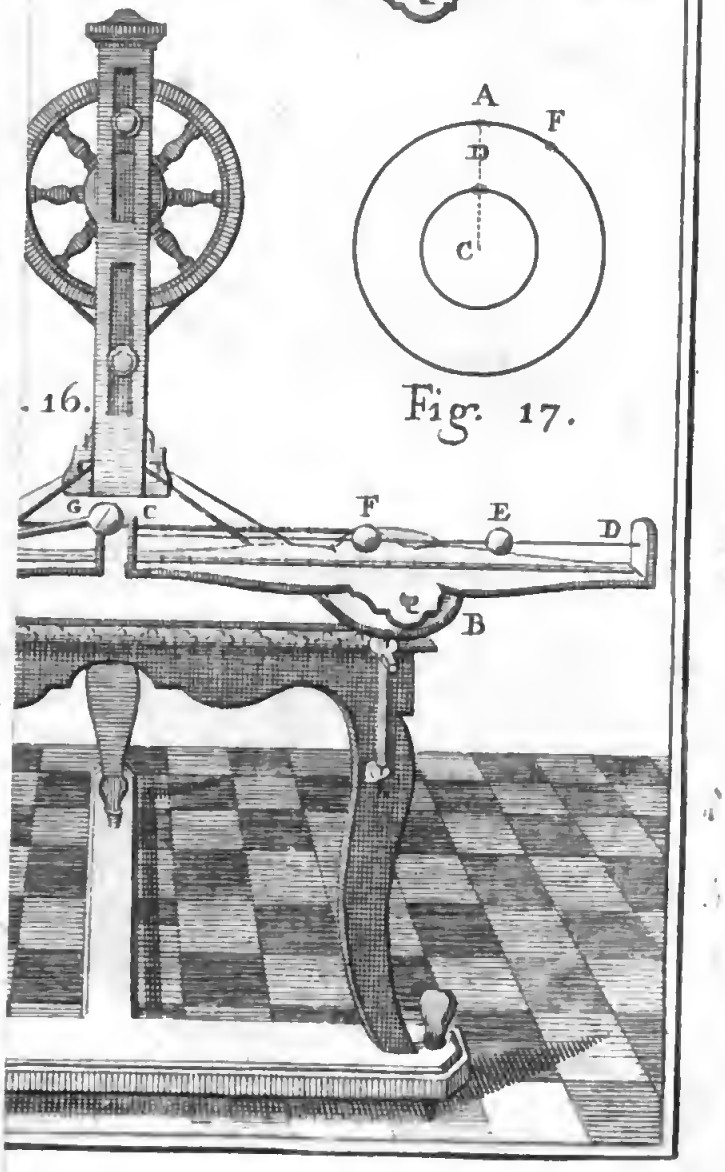


Fig. 21.



16.

Fig. 17.

convenientemente senza servirsi di dimostrazioni geometriche, che da' più di coloro pe' quali io scrivo non verrebbono intese. Oltreacchè ciò sarebbe un oltrepassare i confini prescrittimi in queste Lezioni, nelle quali non ho preteso insegnare, se non per via d'esperienza. Su quest'articolo io mi distenderò dunque brevemente, e contenterommi di far meccanicamente ed in parte scorgere gli effetti principali che avvenir debbono, quando le forze centripete e centrifughe non perseverano nel medesimo rapporto nel tempo d'una sola, o di più continuate rivoluzioni.

Per prendere una idea delle forme differenti che ricever può la curva di rivoluzione, per tali alterazioni, pigliamo un filo, cui ripiegheremo in sè medesimo, e di cui congiungeremo i due capi insieme con un gruppo. Sia egli ritenuto da una parte a un piuolo ficcato perpendicolarmente in qualche piano, e dall'altra mantengasi teso coll'estremità d'uno stilo di piombo, come vedesi nella *Fig.* 25. Lo stilo sarà il mobile; lo sforzo che si farà per temere il filo teso, esprimerà la forza centrifuga; e la lunghezza del filo, o piuttosto, la distanza ch'egli terrà del piuolo dallo stilo, rappresenterà la forza centripeta.

Se si fa andare lo stilo di piombo sul piano attorno del piuolo, sì che il filo lo tenga sempre ad una distanza eguale, è evidente che la linea della sua rivoluzione sarà un circolo; poichè per tutto il tempo del suo movimento egli sarà stato all'estremità d'un raggio della stessa lunghezza; e con ragione giudicherassi, che un mobile faccia un rivolgimento perfettamente circolare, quando

do le forze centrali non si mutano nel mentre ch'egli si muove.

Ma se mentre si fa andare lo stilo di piombo si scemerà la distanza che v'è tra l'uno e l'altro facendo prendere al filo la forma di un triangolo, come *a*, *d*, *c*, *Fig.*25. o altramente; la linea di rivoluzione, in luogo d'essere la circonferenza d'un circolo, sarà tutt'altra curva, come *b c*, la cui natura dipenderà dalle proporzioni che si saranno messe tra i gradi di accorciamento del filo, e le loro durate. Quest' effetto farà capire che un mobile, le cui forze centrali variano fra esse durante la sua rivoluzione, descrive una curva relativa a' cambiamenti delle loro mutue proporzioni; e se ne potran dedurre le conseguenze seguenti.

1. Che se le proporzioni, che saranno state cambiate nel tempo della rivoluzione, si rimettano nel primo stato, avanti ch'ella sia terminata affatto, la curva che il mobile descriverà, qual ch'ella esser possa, rientrerà in sè medesima; e se le ragioni o proporzioni delle forze appresso varieranno, come hanno variato da bella prima, la seconda rivoluzione sarà perfettamente simile alla prima, ec.

2. Che se cotestе proporzioni non si redintegrano, e la forza centripeta, per esempio, sia più debole sul principio della seconda rivoluzione, ch'ella non era nel cominciarsi della prima, la curva non sarà di quelle che rientrano in sè stesse; il mobile allontanandosi dal centro descriverà linee spirali più o men regolari, secondo il progresso della forza centrifuga, o la diminuzion della forza centripeta.

Fi-

Fig. 24.

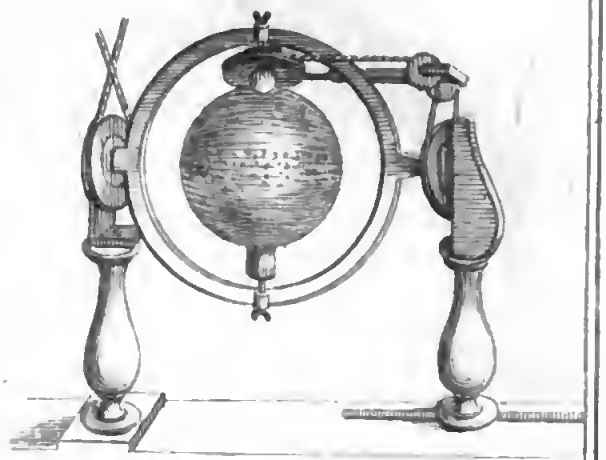
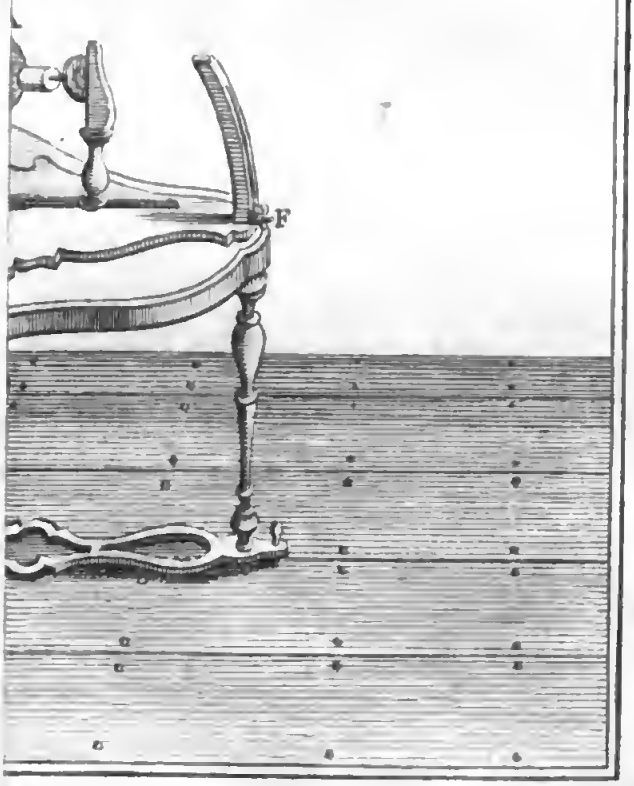


Fig. 22.



Finalmente per dare un esempio delle curve regolari che possono risultare dalla variazione delle forze centrali; in vece di ritenere il filo per un solo punto fisso attacchiamo due piuoli, F, f, *Fig.*26. e facciam sempre muovere lo stilo in tal maniera, che il filo sia tanto teso quant'esser mai può; averemo, mercè la rivoluzione intera una spezie d'ovale, che i Geometri chiamano *Ellipsi*. Il carattere principale di questa curva è, che due linee tirate da' punti F, f, (che *fuochi* s' appellano) a qual punto si voglia della circonferenza, come FG, fG, ovver FL, fL, coteste due linee, dico, prese insieme, adeguano la lunghezza del grand' asse HI.

Un mobile descrive dunque un' ellipsi, allorchè per le variazioni delle forze centrali, la sua distanza dall'un de' due fuochi F, od f, scema e cresce regolarmente come le linee FH, FM, FG, ec. e reciprocamente quando se gli vede descrivere una simil curva, si può a buona equità conchiudere, che le forze centrali si mettono nelle proporzioni convenevoli, per collocare successivamente esso mobile in tutti i gradi di distanza, dond'essa curva procede.

Questi differenti moti si eseguiscono benissimo, con la stessa macchina, che precedentemente abbiamo adoperata, e che rappresentasi dalla *Fig.* 16. con aggiungervi ciò che segue.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 27. rappresenta una tavola rotonda che ha circa due piedi e mezzo di diametro, aperta nel centro con un foro rotondo, largo 3. pollici; questa tavola s' attacca solidamente e parallelamente sopra quella della macchina, *Fig.* 16. ma in modo tale che resti tra l'una e l'altra una distanza d' in circa un pollice, per lasciar libero il moto della carrucola orizontale A, o B: nel centro di questa carrucola si ficca con delle viti una specie di *traguardo*, o dir regolo mobile sghembo sul dilungo del quale scorre liberissimamente un forte girello incastrato R, che pesa circa 2. oncie, e sotto cui si è attaccata una penna da lapis. In S v' è un tamburro corredato d'una molla, e che tira a sè il girello R, per mezzo d'un cordoncino di seta che s'attiene da una parte al tamburro, e dall' altra a una lumaca che sta fissa al tamburro, e sopra la quale egli fa molti giri.

EFFETTI.

Quando si fa girare la carrucola orizontale, il regolo si mette in moto; e mentre circola, il girello scorre da r in R, e la penna da lapis segna sopra un cartone che cuopre la tavola rotonda, una linea spirale che comincia in r, e che finisce in R.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Il girello R mosso circolarmente riceve una forza centrifuga: dacchè questa forza vien ad eccedere la potenza della molla che ritiene il mobile, questi s'allontana subito dal centro del suo moto. Egli sdrucciola in linea retta su 'l regolo; ma è una linea retta che si muove anch'ella, e tutti i punti della quale descrivono circoli concentrici. Perciò, passando il mobile per tutti i punti di questa linea, sul fine di ciascuna rivoluzione si trova nella circonferenza d'un maggior circolo, che quello dov'egli era cominciandola, e da questo doppio moto nasce la spirale che trovasi segnata su la tavola dopo l'esperienza.

APPLICAZIONI.

Per via di linee simili a quella che abbiam testè data a conoscere, vengono al centro del moto tutti i corpi che circolano con altri, la forza centrifuga de' quali prevale. L'olio colorato del globo ripieno d'acqua, la paglia che si fa girare col grano per separarnelo, i corpi che ondeggiano sopra un'acqua la quale gira, ec. tutti cotesti mobili non vengono in linea retta al centro comune; ma circolando in tal maniera che la curva, cui descrivono rientrando al di sotto di sè medesima, diminuisce fino a zero l'estesa delle sue rivoluzioni; lo che è la stessa cosa che andare al centro per una linea spirale.

VII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Rimangono le cose disposte come nell' esperienza precedente, eccettuato solamente che invece del tamburro con molla, si mette una carrucoletta, la quale gira orizontalmente; e nel punto T, *Figura* 28. un' altra carrucoletta, l' asse della quale è altresì verticale. Di sotto il girello o scatollino V v' è altresì una carrucola, che gira sulla penna da lapis; ed un filo, le cui estremità sono insieme legate, come quello della *Fig.* 25. abbraccia le tre carrucole.

EFFETTI.

Quando si mette il regolo o bastone in moto con una sufficiente velocità, il mobile V descrive esattamente l' ellipsi T V X, i cui due fochi sono T Y; e se farà più rivoluzioni, e se farà sempre ripassando su la medesima linea.

SPIEGAZIONI.

La forza centrifuga del mobile tiene sempre il filo tanto teso, quanto lo può essere; ma a cagione delli due punti fissi T Y, la sua distanza dal punto Y scema e cresce successivamente, e regolarmente, come quella del lapis dal punto F della *Fig.* 26. laonde la sua rivoluzione si fa puntualmente in una linea simile a quella di cotesta

figura

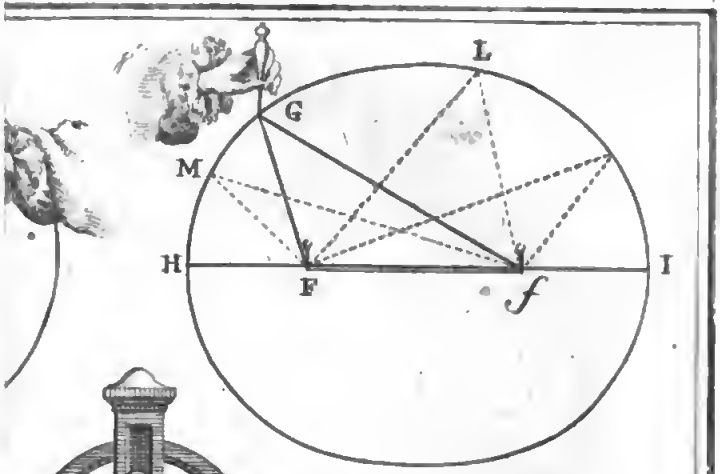


Fig. 26.

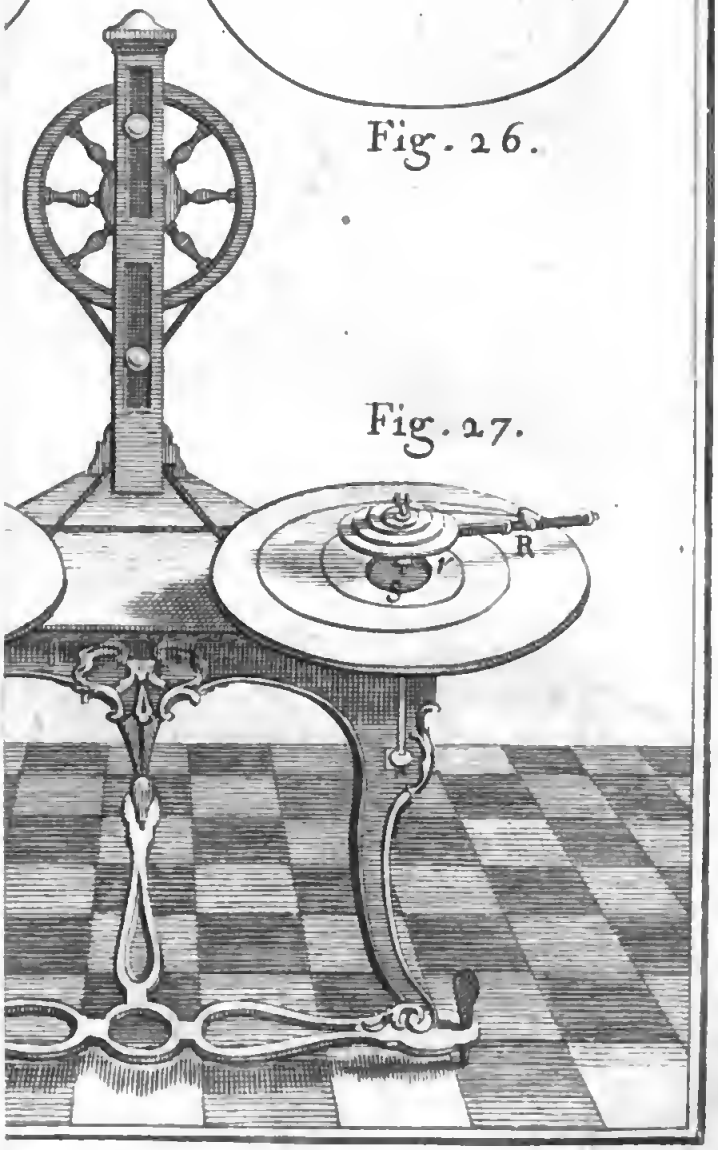


Fig. 27.

figura; e però che le circoſtanze reſtano le medeſime; nel tempo delle rivoluzioni ſeguenti, il mobile continua altresì a muoverſi, nella medeſima ellipſi.

APPLICAZIONI.

Tanto più importa di ben conoſcere l'ellipſi, e le ſue proprietà principali, quanto che tutti i corpi celeſti fanno le loro rivoluzioni in linee curve di queſta ſpecie; oggidì l'Aſtronomia, di gran lunga più illuminata, ch'ella non era ne' tempi più rimoti, non ammette più que' circoli eccentrici, ai quali s'era coſtretto di ricorrere, per ſpiegare certe variazioni che da lungo tempo s'oſſervano nelle diſtanze degli Aſtri: ed è un'opinione quaſi univerſalmente ricevuta, che gli *afelj e perielj* de' pianeti primitivi, che gli *apogèo*, e *perigèo* della Luna ſono neceſſarie ſequele d'un moto elliptico; ma non anticipiam quì ciò che dovrem dire altrove intorno ai moti celeſti contentiamoci d'avere ſtabiliti de' principj, che ripeteremo quando l'ordine delle materie eſigerà che ſi ſpieghin da noi la forma, la durata, e le proporzioni ec. di coteſte rivoluzioni, e che ſi ſtudj di additarne le cauſe fiſiche.

LEZIONE SESTA.

Della Gravità, o sia del peso de' Corpi.

CHiamasi *gravità*, o *peso*, quella forza che fa cadere i corpi dall'alto al basso, quando alla loro caduta niente si oppone, o quando gli ostacoli non sono sufficienti per rattenerli.

I Filosofi non son fra lor d'accordo intorno alla cagione di cotal forza. I diversi pareri, che questa quistione ha fatto nascere, possono in due classi noverarsi; gli uni risguardano il peso come un principio della natura, come una qualità inerente e primordiale de' corpi, che può non aver altra cagione, se non se la volontà liberissima del Creatore; e con ciò troncano tutte le difficoltà in un tratto: gli altri pretendono, ch'egli sia l'effetto di qualche materia invisibile; ma le prove, su le quali s'appoggiano (convien dirlo) soggiacciano a grandi obbiezioni, alle quali non sembra che pienamente siesi per anche risposto.

Dire con Aristotile, e co' suoi seguaci, che i corpi portandosi dall'alto al basso, ubbidiscono ad un principio che li fa cadere: non è dir cosa, che possa recar chiarezza alla mente, nell'oscurità di questa materia.

Considerare col Neuton la gravità de' corpi sullunari come natural conseguenza d'una gravitazio-

zione generale, che si osserva in tutta la natura, e di cui ha gli calcolate sì bene le leggi; è un abbandonar la causa per attenersi all' effetto.

Pretendere colla maggior parte de' Neutoniani d'oggidì, che questo peso de' corpi che ci son d' intorno, è solo un esempio particolare d' una tendenza o *attrazione* reciproca, che tutti gli esseri materiali naturalmente hanno gli uni verso gli altri, per la sola volontà di Dio; è introdurre in Fisica una novità che è passata per l' animo a Neuton, e prima di lui a parecchi Filosofi * ma la quale egli non ha voluto che a lui s'imputasse, se dobbiam credere alle sue proprie parole (*a*); ma eziandio attribuire con Gassendi, la discesa dei corpi a certi effluvj d'una materia, che operi come quella della calamita; che altro è se non indicare una cagione molt' oscura, troppo indefinita, e la di cui esistenza non è appoggiata a verun che di certo?

Finalmente veduto abbiamo, ragionando delle forze centrifughe, quale sia stato il sentimento del Cartesio su tale quistione, in che manchevol sia la sua ipotesi, quello che fatto abbiano parecchi grand' uomini per renderla plausibile, per difenderla; e considerato bene il tutto pare che coloro i quai vorranno sol dare orecchio, sopra la fisica cagione della Gravità, a spiegazioni intelligibili nel medesimo tempo, e soddisfacenti, cercar non le debbono in alcun' opera, che fino al presente nota ci sia.

Atteniamci dunque a' Fenomeni; se la nostra cu-

* Keplero, Frenicle, Roberval.

(*a*) Phil. Nat. Princ. mathem. Tom. I. pag. 11. ed. Genev.

curiosità non coglie nella cagion che si cerca, abbiam con che risarcirla; voglio dire con la cognizion degli effetti: quanto è quella incerta, tanto ben provata è questa e palese; e quello che potrem di quì imparare, è del pari curioso che utile.

Avanti il Galileo, cioè quasi un secolo fa, poco sapevasi intorno alle leggi del peso; a cotesto Filosofo Italiano non siam tenuti delle scoperte più interessanti, che si sieno fatte su questa materia. La sua teoria è stata generalmente ammessa da tutti i dotti; e sopra i suoi fondamenti, hanno e Hughens, e Neuton, e Mariotte faticato da poi, con tanta riuscita, e con tanto applauso. Io non propongomi d'inferire nella presente Lezione tutto quello che questi grand' uomini hanno insegnato intorno alla gravità; un' impresa simile eccederebbe i confini prescrittimi, e convien in oltre studiare ne' scritti loro originali, quando un voglia sapere tutto il noto su quest' argomento; ma aderendo alle piante dell' opera mia, già sul bel principio proposta, sceglierò solamente le più utili proporzoni, e le convaliderò con prove di esperienza.

Tratterò in prima degli effetti che provengono dalla gravità sola; e quindi passerò agli effetti, ne' quali cotesta forza entra sol come parte.

PRI

PRIMA SEZIONE.

De' Fenomeni, nè quali la Gravità adopera ſola ſul mobile.

NON ſi debbon confondere queſti due termini, *gravità* e *peſo*, quando ſi prendono nel ſenſo aſſoluto; cioè, quando quel che eſprimono s' intende d'un ſolo corpo, ſenza alcuna comparazione con altri corpi. Per *gravità* deveſi concepire la forza che ſollecita i corpi a diſcendere, e che lor fa percorrere dall'alto al baſſo un certo ſpazio, in un dato tempo. Per *peſo*, intendiamo la ſomma delle parti peſanti, che ſono contenute ſotto il medeſimo volume.

La gravità appartiene egualmente a tutte le parti d'un medeſimo corpo, ſieno o unite, o ſeparate; coteſta forza non è per queſto accreſciuta, nè diminuita; ma il peſo d'un corpo ſi cambia, come la quantità di materia che lo compone. Laſcinſi cadere nel medeſimo tempo due oncie di piombo, elleno diſcenderanno colla medeſima velocità, o ſtieno inſieme attaccate, o ſeparate che ſieno; ma il peſo nell'una delle due, è ſol la metà di quel ch'egli ſarebbe, ſe faceſſero inſieme un medeſimo corpo.

Si può dunque, dire, parlando accuratamente, che un picciolo corpo ha tanto di gravità, quanto un più grande, quantunque abbia meno di peſo,

so, perchè l'uno e l'altro tendono dall'alto al baſso con la medeſima velocità.

Ma quando ſi paragonano due materie inſieme, riſpetto a' loro peſi, e ſi prende un volume determinato per termine di comparazione; e. g. quando ſi paragona un pollice cubo d'acqua con un pollce cubo di mercurio, il peſo paragonato chiamaſi gravità *ſpecifica*, vale a dire la quantità delle parti peſanti che appartiene ſpezialmente a tale o tal materia, ſotto un dato volume. Diraſſi adunque, per eſempio, la gravità (ſottintendendo *ſpecifica*) dell'acqua è a quella del mercurio, come 1 a 14: e ſi vorrà dire che queſto ſecondo fluido, dato egual volume, ha 14 volte più di peſo che il primo. Sul fine dell'Idroſtatica, noi daremo una tavola delle gravità ſpecifiche delle materie più volgarmente note; ma prima di venire a queſto eſame, tutto lo che diremo, ſi dovrà intendere della gravità aſſoluta.

Benchè non ſi poſſa dire che la gravità è eſſenziale alla materia; mentre queſta ſi può concepire ſenza tale propenſione a portarſi verſo il centro della terra; nulladimeno una lunga e continua eſperienza non ci permette di credere, che di tutti i corpi che ſono in poter noſtro, alcuno ve ne ſia da queſta affezione eſente. Se alcuni Filoſofi hanno creduto darſi de' corpi naturalmente leggeri, ſono ſtati in ciò illuſi dalle apparenze, ed ignorarono coſe, le quali ſi ſon ſapute di poi. Que' corpi, ch'eſſi han. creduto muoverſi dall'ingiù all'insù, come i vapori, il fumo, la fiamma ec. non affettano tale direzione contraria a quella della gravità, ſe non perchè ſono in certe circoſtanze, che ve li sforzano. Coteſte cagio-

ni si faccian cessare, e presto si vedranno cadere come tutti gli altri corpi, e prostare colla loro caduta, che pesano com'essi, e pel medesimo verso.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si mette su la piastretta d'una macchina pneumatica, un corpo di candella grossa accesa, ovvero un pezzo di carta ammollata in un liquore fatto collo stagno e col mercurio, e che fuma assai; sopra vi si mette un recipiente cilindrico di vetro, che ha 4. pollici di diametro, e circa un piede d'altezza; e si fa il vuoto più prontamente e più perfettamente che sia possibile. Vedi la *Figura* 1.

EFFETTI.

Dopo alcune pinte dello stantuffo, la fiamma della candela si spegne, e quando l'aria è sufficientemente rarefatta, il fumo della meccia, od il vapore, che si solleva dalla carta, ricade a modo de'corpi gavi, e si dilatta su la piastretta.

SPIEGAZIONI.

Non potendo la fiamma sussistere, in un'aria troppo rarefatta, per le ragioni che diremo in altro luogo; quando si è diminuita la densità di quell'aria che è nel recipiente, la candela si estingue; ma quando quest'aria è rarefatta ad un certo

to grado, non ſolamente il fumo od il vapore non ſi ſolleva più, ma quello ſteſſo che era giunto alla ſommità del recipiente, precipita, però che il fluido che lo circonda, ſendo men di lui peſante ſpecificamente, non lo può ſollecitar ad aſcendere, nè efficacemente opporſi alla ſua diſceſa. Non ſi debbe conſiderar leggermente queſto principio mentr'egli ſerve a ſpiegare un gran numero di fenomeni di tale ſpezie. Eſaminiamo dunque parte a parte, quello che ſuccede nella deſcritta eſperienza, e vediamo come l'aria ed il fumo cambiano di gravità reſpettivamente l'uno all'altro.

Una materia rarefatta è quella, che ſotto un dato volume, non ha più tanto numero di parti proprie, quanto n'avea avanti la ſua rarefazione. L'aria del recipiente dopo aver più volte ſoſpinto lo ſtantuffo, è ridotto ad un picciol numero di parti, ſenza perder niente del ſuo volume, imperocchè ella continua a riempire il recipiente; ciaſcuna porzione caſualmente preſa in coteſto vaſe, contiene dunque meno di particelle d'aria, ovvero è compoſta di parti molto più ſegregate l'une dall'altre, di quel ch'erano avanti la rarefazione. Laonde corriſpondendo il peſo al numero delle parti materiali, una linea cubica di coteſt'aria, peſa meno ch'una linea cubica della ſteſs'aria non rarefatta. Quello che diciamo di queſto picciol volume, debbe intenderſi proporzionevolmente, d'una ſerie di volumi ſimili, poſti gli uni ſopra degli altri in forma di colonna; da che ſi può capire, che ſe la maſſa d'aria contenuta nel recipiente è diviſa in un certo numero di collonne ſimiglianti, ciaſcuna

d'eſ-

d'esse peserà più o meno, secondo che la massa totale sarà stata più o meno rarefatta.

Il fumo, od il vapore, la cui sorgente sta nel fondo del vase, può altresì essere considerata sotto volumetti, la serie de' quali sarà una colonna; e se si paragonerà uno volume di vapore ad un pari volume d'aria, si concepirà che quegli de' due, il quale ha più parti pesanti, ha più forze per gire al luogo più basso, o per ivi starsene.

Laonde l'aria essendo nel suo stato naturale, solleva i vapori, il fumo, la fiamma ec. perchè, con egual volume, ell'ha maggior peso; ma quando ella si è rarefatta, cioè quando si è diminuito il numero delle parti pesanti di cotesto egual volume, non può più sollevarli, e nè pur sostenerli; ed il fumo sparso pel vaso, trovandosi allora più pesante relativamente all'aria, che ha cambiata densità, la smuove anch'egli di luogo, per la sua gravità naturale.

APPLICAZIONI.

Da tutti i corpi, che sono su la superficie della terra, si distaccano continuamente de' corpuscoli, che quando han lasciata la massa della quale eran parte, dispergonsi e sollevansi nell'atmosfera, sinattanto che certe circostanze li determinino a ricadere. Tai piccioli corpi, conosciuti sotto il nome di *vapori*, e di *esalazioni*. sono la materia di parecchi fenomeni maravigliosi, stupendi, e necessarj relativamente a' bisogni nostri. Si farà da noi menzione altrove delle varie forme che prendono, e de' lor principali effetti, quì non vo-

vogliam favellare, se non de' loro moti, cioè della maniera, onde si sollevano, e ricadono; a che naturalmente ci guida l'Esperienza testè spiegata.

Questa quistione si può ridurre a quattro capi principali 1. come tai corpicelli si distacchino dalle loro masse; 2. per qual cagione si sollevino nell'aria; 3. in qual maniera vi si sostengono ad una certa altezza; 4. perchè interviene, che ricadano verso la superfizie della terra.

In quanto alla prima dimanda, l'opinione più universalmente ricevuta è, che sul nostro globo, e dentro del medesimo regna un certo grado di calore, che mantiene in moto le parti insensibili di tutti i corpi. Questo moto, dicono, determina le più sottili di cotai parti, e per conseguenza le più mobili, a lasciar la massa comune, come visibilmente osservasi nella superficie d'acqua fatta riscaldare, de' cibi e delle frutta che si fan cuocere.

E' molto verisimile, che il calore naturale od artifiziale, sia la cagion principale di quest'effetto; ma si dura fatica a credere, che questa ne sia la sola cagione, quando si considera, che l'evaporazione non scema sempre a ragguaglio del calore. Ne' più rigidi Inverni, si vede talora da un giorno all'altro sparire la neve, che copriva la superficie della terra, e l'Esperienza ha fatto vedere a molti valenti Fisici, che il diaccio scema notabilmente nella più fredda aria, e meno a' raggi del Sole esposta.

Io non sò, se giusta l'opinione d'un Autore * ver-

* Mushenbroek ne' suoi Coment. su le Sperienze di Fiorenza, 1. part. p. 137. ediz. di Leide 1731.

verſatiſſimo nella Fiſica Eſperimentale, dovremmo quindi conchiudere, che il ghiaccio ha un principio interno di dalatazione, che non è la materia del fuoco, nè 'l grado di calore che in eſſo è potuto conſervarſi, ma bensì il miſcuglio d' un altra materia ſottiliſſima, che lo fa, direm così, fermentare.

E perchè non potremmo noi attenerci a' principj noti ed ammeſſi da tutti i Fiſici, con dire, che ne' caſi, ne' quali non appar che ſi poſſa attribuire l' evaporazione alla ſola azione del fuoco, debba cercarſene la cagione nella grandezza delle ſuperfizie nello ſtato loro, o nella natura del fluido ambiente, relativamente a quella de' corpi che ſvaporano. Imperocchè, ſuppoſte eguali tutte le altre coſe, è certo, che un cubo di ghiaccio iſolato, preſenta all' aria ſei volte più di ſuperficie, che l'acqua d' un vaſe, la cui apertura foſſe eguale ad uno de' lati di queſto cubo: le parti evaporabili hanno adunque ſei volte più di libertà di ſfuggirſene dalla maſſa.

Ma, date ſuperfizie eguali in apparenza, non ſi ha egli fondamento di credere che le parti del ghiaccio ricevono maggior impreſſione dall' aria, che quelle dell'acqua? Non va la coſa forſe del pari in coteſto fluido, come negli altri? ſecondo ch' egli s' avvicina alla congelazione, la ſua fluidità non ſcema ella forſe a grado a grado? le parti non comincian forſe ad aggomitolarſi, prima che legarſi 'inſieme? E ſe il ghiaccio non foſs'altro, che un adunamento di tali piccole maſſe, o di tai piccioli compoſti più groſſieri che le parti dell' acqua, la ſua ſuperficie ſcabra, ſe non a' noſtri ſenſi, almen ad un tatto proporzionato a quel-

le piccole rugosità, non farebb' ella sì che l' aria che lo tocca, più contra lui valesse?

Se quest' è una mera congettura, rispetto al ghiaccio, negar non si può ch' ella sia cosa evidente almeno almen nella neve. Alla prima occhiata s' osserva, che la di lei superficie è un aggregato di molecule leggiere e permeabili, dirò così, da tutti i lati; e tal leggerezza è tanto più grande, quanto in più freddo tempo s' è la neve formata.

Ma quale vantaggio pretendiam noi ricavare da quest' aumentazione di superfizie, per ispiegare il fatto che s' ha tra mani? Supponendo che la massa d' aria, la quale attornia i corpi, possa contribuire alla loro evaporazione, d' altra guisa che col grado di calore ch' ella può comunicar loro, certo è che quest' aria averrà tanto più d' azione sopra i corpuscoli evaporabili, quanto sarà maggior l' estensione in cui li toccherà, o (ch' è la stessa cosa) con quanto meno di facce cotesti piccoli corpi saranno alla lor massa comune attaccati. Dir si può dunque in generale, che le medesime parti d' un corpo (esempigrazia dell' acqua) sono tanto più disposte ad esalare, quanto sono più isolate; e che in conseguenza, la neve, o tutt' altra congelazione di questo genere può svaporare istessamente, e forse più che l' acqua contenuta in un vase.

Ma che può far (dirassi) l' aria esterna sopra coteste piccole parti quasi isolate?

Non solamente ella averà più di valore e d' agevolezza per distaccarle dalla massa, urtandole da un lato e dall' altro; ma adoprerà in oltre per direttamente traportarle, gli stessi mezzi, che le fanno ascendere, quando son distaccate del tutto.

Di

Di queſti mezzi il più noto e più generalmente ricevuto, ſi è, l'eccesſo di gravità dell'aria medeſima, ſi dice comunemente, che quei corpicelli, i quali formano i vapori e l'eſalazioni, eſſendo ſpecificamente meno peſanti che l'aria che li circonda, ſi ſollevano nell'atmosfera, come il fumo nella noſtra Eſperienza s'è ſollevato nell'aria del recipiente, e che ſalgono così fin nella mezzana regione, ove trovanſi in equilibrio con un'aria più rara: la difficoltà è ſempre ſtata di fare intendere, come le parti ſvaporate de' corpi terreſtri poteſſero acquiſtare queſta leggierezza reſpettiva, capace non ſol di ſollevarli al di ſopra dell'aria, ma ancora di vincere la reſiſtenza dello sfregamento, che di continuo s'oppone alla loro aſceſa: ſi dura ſempre fatica a comprendere, come l'acqua, per eſempio, poſſa diventar leggiera più che un fluido, il quale, ad egual volume, peſa circa 800. volte meno di lei.

Quando ſi ſuppongono coteſte particelle diviſe gran fatto, la loro eſtrema picciolezza ajuta a capire, com'elleno ſi ſoſtengano in alto, mercè lo sfregamento, che creſce come le ſuperfizie moltiplicate con la diviſione; ma queſta riſpoſta, che leva una difficoltà quando ſi vuol ſolamente ſpiegare la ſoſpenzione de' vapori, ne fa naſcer un'altra notabiliſſima, quando ſi eſamina la lor ſalita. Imperocchè il medeſimo sfregamento che le ſoſtiene, fa lor oſtacolo, quando hanno a cadere, e queſt'oſtacolo è tanto più grande, quanto elleno ſon più diviſe

In oltre, che ſi guadagna alla fine con queſta diviſione, ſe ciaſcuna parte (per picciola che ſia) immediatamente circondata d'aria, riman tale

qual era nella massa dond' ella è sfuggita? Il volume d'aria che le corrisponde, non decresce forse colla stessa proporzione? E se l'acqua in generale pesa 800. volte più che l'aria, la proporzione si troverà ne' più piccioli volumi, come ne' più grandi.

Delle due cose, l'una dunque ha da seguire: o che le parti ch' esalano da' corpi, cambiano stato distaccandosi dalla massa, o che l'aria che li tocca, impiega per via traportarle un altro mezzo fuor della sua gravità.

Questa considerazione ha prodotte alcune ipotesi molto ingegnose: E' stato da alcuni supposto, che ciascuna di cotesle particelle fosse un palloncino pieno d'un aria sottile, dilatata dal calore, appresso a poco come le bolle di sapone, con che si trastullano i fanciulli. „ Tale vesci-
„ chetta, dicono, è più leggiera che il volume
„ d'aria, al quale ella corrisponde nell' atmosfe-
„ ra, ed il suo eccesso di leggerezza può esser
„ tale, che superi ancor la resistenza dello sfre-
„ gamento.

L'immaginazione è ingegnosa, non si può negarlo, ed io credo, che non sarebbe impossibile di conservarle qualche verisimiglianza, ma se è necessario del calore, per dare a cotesti palloncini un volume sufficiente, noi non averemmo vapori in tempo d'Inverno; o se così poco n' abbisogna per gonfiarli, come non scoppieranno nella State?

Altri ci sono stati, che cercando nella dilatazione de' vapori, un principio di leggerezza sufficiente, hanno considerato le loro parti, come tante molecule, i cui pori ingranditi e distesi dall'

dall'azion del fuoco, aumentano il lor volume altrettanto e più, di quel che la loro primiera denſità eccedeva la denſità dell'aria. Secondo queſta opinione, una particella d'acqua ridotta in vapore, ſarà, per eſempio, 1000, ovvero 1200 volte più grande ch'ella non era, e per conſeguenza corriſponderà a un volume d'aria più che baſtante per ſollevarla. Coteſta grande dilatabilità de' vapori, è fondata ſopra eſperienze che non ſi poſſono rivocare in dubbio, e le quali noi deſcriveremo, quando lo permetterà l'ordine delle materie; ma ella eſige un grado di calore molto più grande, che quello il quale regna ordinariamente ne' corpi, che cominciano a ſvaporare; e ſe ſtaccandoſi da queſt'eſempio, quando ſi veggion vapori aſcendere in un tempo freſco conchiudeſi che fa tanto caldo, quanto baſta per dilatarli a ſegno d'eſſer più dell'aria leggieri, queſt'è (per quanto pare) un ſupporre ciò che è in quiſtione: io per me credo, che paſſi un gran divario tra la ſemplice evaporazione, e la dilatazion de' vapori.

Ma ſe il calor naturale non può d'ordinario ſe non ſervir a diſtaccarſi coteſti corpuſcoli dalle loro maſſe, e non li mette ſempre in iſtato di ſalire; ſe l'aria da un altro canto non può col ſuo peſo ſolo sforzarli ad aſcendere tali quali ſono; qual è dunque il mezzo che la natura aggiunge a queſta prima cagione? Imperocchè è certo, che i vapori ſi ſollevano in ogni tempo colla ſola differenza dal più al meno.

Se m'è lecito arriſchiar quì le mie congetture, dirò che l'aria dell'atmoſfera fa nel medeſimo tempo l'ufizio di diſſolvente, e di ſpugna,

verso i corpi ch' ella tocca immediatamente. Come s' intende, che diventi salata l' acqua dolce, allorchè ella si mette in un vase che ha in fondo del sale? Questa ragion se ne dà, che insinuandosi il liquore ne' pori del corpo solido, si ricongiunge, e si raduna egli medesimo da tutti i lati, sotto le parti che compongono la superfizie, le solleva finalmente, e le divide a tal grado, che coteste parti medesime entrano ne' pori dell' acqua, alla stessa maniera, e per la stessa cagione che quelle dell' acqua han penetrato il sale. Quanto più sono isolate le parti del sale, quanto più il sale è poroso, e quanto più è umido prima che s' immerga, altresì la sua dissoluzione diventa facile: e ne appar chiara la ragione, senza bisogno di dirla; così pure i corpi che svaporano, continuamente immersi nel fondo d' una massa d' aria spugnosa, somministrano una quantità di vapori tanto più copiosa, quanto le loro parti sono più esposte all' azione di questo fluido, e quanto più egli stesso per il suo stato attuale, è disposto ad ammetterli ne' suoi pori. Non oserei dire, che l' aria s' insinua ne' pori de' corpi solidi, o de' liquidi, come l' acqua nel zucchero, o nel sale che ella discioglie: ma affermerò cosa credibilissima, quando dirò che, essendovi in tutti i corpi moltissim' aria disseminata, le loro superficie sono composte di molecule, delle quali un grandissimo numero è mera aria, e che quest' aria comunica con altra, che similmente è parte degli strati inferiori; così che la materia propria di questi corpi quando sono d' aria circondati, rassomiglia ad un grano di sale umido, che si tuffa nell' acqua, e che è tanto più dissolubile, quan-

to è ſtato più penetrato d'acqua, prima che eſſere tuffato. La ſuperfizie che ci pare la più liſcia ed eguale, preſenta dunque all'aria che la tocca, parti iſolate, e che s'attengono alla maſſa ſol per un picciol numero di punti; e però che non vi ha alcuna nota materia, in qualunque ſtato ch'ella eſſer poſſa, le cui parti ſieno perfettamente in quiete, l'une riſpetto all'altre, ne ſegue che nella ſuperfizie de' corpi non v'abbia veruna particella, la quale non ſia diſpoſta più o meno a cedere a' conati dell'aria, che l'attornia.

Ma ſe l'aria è, come c'immaginiamo che ſia per ſpiegare la ſua elaſticità, un corpo ſpongioſo, le di cui parti raſſomigliano a piccioli filamenti, o lamette ſpirali; per traportar le picciole parti ſopraccennate de' corpi, non abbiſognerà ella d'altra forza, fuorchè di quella che ſi oſſerva tutto dì ne' corpi di tale ſpezie; imperocchè, ſiccome il ſale ſi ſolleva in una maſſa d'acqua, a miſura che queſt'acqua lo diſcioglie, quantunque le ſue parti ſieno più peſanti, che quelle dell'acqua; ſiccome l'acqua ſi ſolleva nel zucchero ad onta del ſuo proprio peſo: così ſi potrà dir parimenti che i vapori e l'eſalazioni, ſenza diventar più dell'aria leggiere, s'alzano nell'atmoſfera, ſecondo la proporzione che v'è tra eſſe, e la poroſità del fluido.

Vero è, che non ſi sà appuntino, come i liquori s'innalzino al di ſopra del loro livello, in una ſpugna, ne' tubi capillari, ed altri corpi ſimiglianti; imperocchè ſe taluno diceſſe, eſſere l'attrazione cagion di queſt'effetto, non ſoddisferebbe ſe non ad una parte de' Filoſofanti, la quale non è nè men quella, che ammette ſolo

idee chiare ed intelligibili; ma in quanto al fatto si è perfettamente d'accordo; e quando io dico che i vapori ascendono nell'atmosfera, come l'acqua in una spugna, non pretendo rifarmi fino alla prima cagione; m'attengo solamente alla cagion prossima ed immediata; e a dir tutto in breve, non ho altra mira che di spiegare un fatto con un altro, lo che in Fisica è permesso.

Non posso quì estendere questa idea quanto bisognerebbe, per darle tutta la verisimiglianza ond'ella è capace; una tal digressione ci allontanerrebbe troppo dal nostro oggetto presente; averò occasione di ripigliarla, e ragionarne più a dilungo, quando si toccherà l'argomento de' Tubi capillari; qui non soggiungo, se non che questa ultima cagione insieme coll'altre, da noi non rigettate, diventa sufficiente per formare, e per sollevare i vapori, potrà nè più nè meno giovar a tenerli sospesi, fin a tanto che cangiandosi l'atmosfera di densità, o per compressione, o per condensazione, od eziandio per dilatazione, cotesti piccoli corpi sospesi si ravvicinino e formino masse più pesanti, ovvero s'abbandonino al loro proprio peso siccome vedesi avvenire nel recipiente d'una macchina pneumatica; ove appare una piccola nebbia dopo le prime pinte dello stantuffo, perchè l'arie rarefacendosi, abbandona i corpi stranieri ch'ella contiene *.

Per rifarci dalla nostra prima Esperienza, è dunque certo che Aristotile, e quelli che l'hanno seguitato, si sono ingannati, quando hanno voluto, che vi fossero de' corpi, i quali naturalmente tendessero a moversi dall'ingiù all'insù.

Quello

* Mem. de l'Academ. des Scienc. 1740. p. 252.

Quello che noi detto abbiamo intorno ai fatti chè li hanno in errore indotti, baſta per far intendere, non darſi leggierezza aſſoluta, e che i corpi, impropriamente chiamati leggieri, ſono quelli che hanno poco peſo, o poca materia propria ſotto un grande volume.

Si può nella gravità conſiderare, come in qualunque altra forza, la direzione, e l'intenſi, vale a dire, la miſura o la quantità della ſua azione ſopra i corpi.

La direzione della gravità è ſempre la ſteſſa; i corpi che cadono liberamente, ſi dirigono da sè medeſimi verſo la ſuperfizie della terra, per una linea perpendicolare all'Orizonte, come appare nel farſi la prova ſopra d'un'acqua ſtagnante e quieta; e ſe qualche volta deſcrivono cadendo, linee oblique o curve, queſto avviene, perchè vi ſono sforzati da oſtacoli; tal è la diſceſa d'un pendulo, nel tempo della ſua mezza vibrazione; egli non deſcriverebbe già un arco di circolo, ſe non foſſe ritenuto dal filo, che lo coſtrigne a girare attorno del punto di ſoſpenſione.

In vece di reprimere la direzione della gravità con una perpendicolare all'Orizonte, bene ſpeſſo ella s'eſprime con una tendenza al centro della terra, lo che ſignificherebbe la ſteſſa coſa, ſe il noſtro globo foſſe perfettamente sferico; imperocchè allora tutti i raggj prolungati dal medeſimo punto, ſarebbono altrettante perpendicolari alla ſuperfizie. Ma queſta ipoteſi non è più nè ricevuta, nè degna da ammetterſi; e ſe il globo terreſtre è uno sferoide ſchiacciato verſo i poli, come s'ha gran ragione di credere, il compaſſo

passo e la riga fan vedere, che le linee dirette perpendicolarmente a tutti i punti della sua superfizie, non mettono capo al vero centro, ma a diversi punti, che compongono uno spazio attorno del centro. Ma essendo questo spazio piccolissimo, a causa della pochissima differenza tra la figura attribuita alla terra, e quella d' una sfera perfetta, si può senza errore sensibile, e quando non trattasi di questa questione, ritener l' espression comune, e prendere il centro della terra per quello de' corpi gravi.

In quanto all' intensione della gravità, si può dimandare, 1. s' ella sia la stessa in tutti i corpi, in tutti i tempi, in tutti i luoghi. 2. S' ella varia secondo lo stato de' corpi. 3. Se può crescere nello stesso mobile, e come i suoi progressi si fanno,

L' esperienza non può insegnarci, se non a un dipresso, quanto di spazio un corpo percorra in un certo tempo, in virtù della gravità che l' avviva, perchè egli ha sempre da vincere ostacoli inseparabili dallo stato naturale, come ne provano i corpi, che ubbidiscono a qualunque altra potenza. La resistenza de' mezzi, che varia come le loro densità, la figura del corpo che cade, la proporzione della sua massa col suo volume, e qualch' altra considerazione, di cui parlaremo in appresso, impediscono che accuratamente si sappia la misura della primitiva gravità, e tale, quale sarebbe, se da cause straniere diminuita non fosse. Si sà solamente, che a Parigi, per cagion d' esempio, o ne' contorni una palla di piombo, od altro qualunque corpo, il quale abbia molta materia con poco volume, percorre nell' aria libera

in

in circa piedi 15. di Francia nel primo ſecondo della ſua diſceſa; fra poco ſi vedrà, perchè io abbraccio tutte queſte circoſtanze in queſta propoſizione.

Credevaſi un tempo, che la gravità ed il peſo foſſero ſinonimi; e che i corpi cadeſſero tanto più preſto, quanto più di maſſa avevano. V'era in fatti qualche veriſimiglianza nel credere, che un mobile compoſto di quattro parti peſanti, doveſſe tendere maggiormente al termine della gravità, che un altro mobile, il quale non ne aveſſe ſe non una o due; e ciò che finiva d'indurre in errore, ſi è, che vedevaſi una penna, una carta, un fiocco di lana ec. cader ſempre più lentamente d'una pietra, d'un pezzo di metallo ec. ma un *più*, od un *meno* non decidono niente, quando non vi è proporzione con la cauſa che ſi ſoſpetta. Vide bene il Galileo, come avea veduto Ariſtotele, che una piuma cade men velocemente d'una lira di piombo; ma egli miſurò queſto *meno*, lo comparò coll'eccesſo di maſſa del corpo più a cader pronto, e trovò che non corriſpondeva alla differenza che v'è tra i peſi de' due mobili. S'appigliò dunque ad un'altra idea della gravità, ed in vece di penſare, come fin allora s'era penſato, che più foſſe di gravità nel piombo, che nella piuma, eſcogitò l'eguaglianza di cotal forza in ambedue, ma concepì che la reſiſtenza del mezzo ſi facea più ſentire ſu quel de' due corpi, il quale avea meno di materia. Tale raziocinio era ben fondato, e noi ne farem conoſcere tutta l'adeguatezza, ſpiegando l'Eſperienza che ſiegue.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si ferma ſtabilmente ſu la piaſtretta d' una macchina pneumatica, un telajo il quale contiene un cannoncino di vetro, che ha ſei piedi di lunghezza, due pollici e mezzo di diametro, più largo e aperto nelle ſue due eſtremità A, B *Figura* 2. ſi attacca nella ſommità, col mezzo d' un anello di cuojo ammollato, una piaſtretta di rame, ſotto la quale ſta fiſſo il coperchio, o l' animella d' un pezzo che gira verticalmente, e che dividendoſi in ſei raggi, forma altrettante tenagliette, o forbici a molla. Queſto pezzo è rappreſentato ſolo di faccia nella *Figura* 3. e vedeſi di fianco in CD *Figura* 4. il ſuo aſſe porta un rocchello, o ſia ruota dentata fatta a guiſa di lanterna, che infilza un' altra ruota fatta a caviglie F, impennata ſopra un gambo di rame affatto cilindrico, che trapaſſa da parte a parte la piaſtretta, ed un collare G ripieno di pelli crude non conciate. Il capo di queſto gambo è attaccato ad un rotello H, al di ſopra del quale v' è un anello che corriſponde ad una lieva I, e queſta lieva ſi muove col mezzo d' una cordicella; K è un tamburro corredato d' una molla da oriuolo, per contratirare la cordicella che circonda e fa girare il rotello H.

Prima di mettere queſto pezzo ſopra il tubo di vetro, conviene por cura il guernire le ſei tenagliuzze, ponendo a ciaſcheduna due piccoli corpi, i volumi de' quali ſieno appreſſo a poco ſimili, ma che nel peſo differiſcano: di maniera che però

queſte

queſte differenze non ſieno egualmente grandi in ogni pajo. Così ſi potrà, per eſempio, mettere nella prima un pezzo di piombo, ed una piuma; nella ſeconda un pezzo di cuojo, ed un piccolo foglio di carta; nella terza, un pezzo di legno, ed un pezzo di ferro ec.

Rarefatta che ſi avrà l'aria nel tubo, più che ſia poſſibile, colla tromba, tirando la cordicella L, ſi farà girare la ruota F, per mettere una delle tenagliuzze in ſituazione verticale, come D; ſi tira di poi la cordicella M per alzare la ruota F, il cui orlo preme la piccola lieva *n*, e fa aprire la tenaglia; avendo queſta fatto il ſuo ufizio ſe ne fa paſſare alla ſteſſa maniera un'altra, così di mano in mano ſino all'ultima.

EFFETTI.

Tutti coteſti corpi ſcappando a due a due, cadono nel medeſimo tempo, e non laſciano ſcorgere differenza alcuna ſenſibile, nella durazione della lor caduta.

Ma ſe ſi ricomincierà l'Eſperienza, laſciando il vaſe pieno d'aria nello ſtato ſuo naturale, quei corpi che hanno più di peſo cadono più preſto e la lentezza degli altri è più ſenſibile, a miſura che la lor maſſa è men grande. Così il legno cade più lentamente che il ferro; ma la ſua lentezza non è sì grande, come quella della carta, o della piuma.

SPIE-

SPIEGAZIONE.

La prima parte di queſta Eſperienza prova evidentemente e direttamente, che la gravità è eguale in tutti i corpi, e che le differenze che ſi ſcorgono nelle loro cadute, non debbono attribuirſi, ſe non ſe alla reſiſtenza de' mezzi per li quali cadono: poichè con ſopprimere, o diminuire grandemente queſta reſiſtenza, i tempi che impiegano nel diſcendere da eguali altezze, ſono ſenſibilmente i medeſimi. La ſeconda parte c' inſegna, come dobbiamo calcolare quelle differenze, che oſſerviamo nella caduta de' gravi, che hanno divario fra loro nella quantità di materia. Imperocchè, ſe conſideriamo la gravità, come una velocità comune ed eguale in tutti i gravi, le quantità di moto o le forze di due corpi, che cominciano a cadere, non poſſono differire tra eſſe, ſe non ſe per la maſſa. Supponiamo dunque un pezzo di piombo, che peſi 12. oncie, ed un pezzo di legno di pari volume, e di figura ſimigliante che ne peſi una; poichè la velocità iniziale, o la gravità di queſti due mobili è la ſteſſa, le loro quantità di moto, nel primo inſtante della loro diſceſa, ſaranno come le loro maſſe, vale a dire, 1 nel pezzo di legno, e 12. in quello di piombo. Supponiam' ora, che nel tempo delle loro cadute, la reſiſtenza del mezzo rallenti il loro moto d' un mezzo grado; cotal diminuzione ſarà eguale nell' uno e nell' altro, poichè il mezzo è lo ſteſſo, i volumi ſono eguali, e le figure ſimiglianti; ma il pezzo di piombo che ha perduto un mezzo grado di moto, ne ha ancora

11 e mezzo: laddove il pezzo di legno, per una simil perdita non si trova averne più, che un mezzo grado in tutto; nell' uno il moto è rallentato solamente la duodecima parte, nell' altro un intera metà, quantunque questi due effetti procedano dalla medesima cagione.

APPLICAZIONI.

Il principio che provato abbiamo poc' anzi, colla descritta Esperienza, è d' una importanza somma; quindi è, che non si è omesso diligenza, nè studio, affine di metterlo in tutto il suo lume. Il Signor Neuton l' ha confermato col mezzo delle vibrazioni di molte palle sospese, i diametri ed i pesi delle quali sono stati da lui disposti con varia proporzione: fra poco noi mostreremo, che questa spezie di moto è un effetto della gravità; così quando due palle del medesimo peso, della medesima grossezza, e sospese a fila eguali, continuano a ondeggiare per l' istesso spazio di tempo nella stess'aria, elleno fan vedere che son avvivate da gravitadi eguali: e convien persistere in un simil giudizio, tuttocchè la diminuzione del peso vi apporti differenza, se, come l' Esperienza lo dimostra, cotesta differenza non corrisponde alla proporzione delle masse.

I Signori Frenicle e Mariotte dietro la scorta di Galileo, provarono la discesa diretta de' corpi a grandi altezze; ma niuno fece tai sorte di prove in più vantaggiose circostanze, di quelle nelle quali si trovò M. Desaguilliers *, che s' avvalse della

* *Transact. Philosoph. n. 329. art. 4.*

della grande altezza della cupola di S. Paolo in Londra, e s'ajutò co' lumi porti a lui dal Neuton, dall'Hallejo ec. i quali furono all'Esperienza presenti.

Si lasciarono cadere molti corpi di pesi e volumi differenti, dall'altezza di 272. piedi; e si osservò che due palle, i diametri delle quali erano di presso a 5. pollici e $\frac{1}{2}$; e che pesavano l'una 2610 grani, e l'altra 137 $\frac{1}{2}$, impiegarono tempi molto differenti nel cadere da tutta cotesta altezza; imperocchè la più pesante finì la sua discesa in 6 secondi $\frac{1}{2}$, e la discesa dell'altra nè durò quasi 19: lo che fa vedere, che la velocità de' corpi che cadono non è proporzionale alla loro massa, imperocchè in quest'ultima Esperienza le due palle, quanto al peso, sono appresso a poco nella proporzione di 19 con 1; e tutte le altre circostanze sono eguali per l'una e per l'altra; nulladimeno la più pesante non è già caduta 19 volte più presto dell'altra, imperocchè in vece di 6 secondi, avrebbe dovuto impiegarne un solo.

E' facile adesso spiegare, perchè la medesima materia si fa più lenta a cadere, a misura che ella si divide, o cresce di volume, come un pezzo di legno ridotto in assicelle sottili; un mazzo di carte, od un fascio di penne non legato. La caduta d'una grossa pioggia è molto differente da quella della neve, e l'acqua che cade senza dividersi, fa un sforzo più notabile, che quella che si riduce in stille, e che si dilata nell'aria ch'ella travalica.

Se non fosse questa resistenza dell'aria che ritarda e divide i corpi, le parti de'quali non sono fortemente legate, si vedrebbe con istupore non men

che

che con pericolo una ſecchia d'acqua gittata per una fineſtra cader ſul laſtricato col medeſimo ſcroſcio, e colla ſteſſa violenza, che un maſſo di ghiaccio d'egual peſo. Se, per eſempio, il peſo dell'acqua così gittata foſse d'un boccale *, tanto ſarebbe il ricever'eſsa ſul capo, quanto il ricevere una pietra del peſo di due lire, caduta dalla medeſima altezza. Ma la maraviglia non durerebbe a lungo, appreſſo quelli che han piena contezza de' principj, che da noi quì ſi ſpiegano. Imperocchè ſanno, che una maſſa liquida che cade per qualſivoglia mezzo materiale, prova una reſiſtenza diretta nella ſua parte inferiore, ed uno ſfregamento nelle ſuperficie laterali: che queſte due ſorte di reſiſtenze, ritardano ciò che è eſpoſto alla loro azione immediata, più che il reſto; e che perciò il mobile, le di cui parti non ſono quaſi per niente legate, deve in breve tempo cambiar figura e dividerſi; ma queſti ultimi due effetti devon ceſſare, quando la cagione, che ſuole produrli più non ſuſſiſte.

Una Eſperienza quaſi del pari antica, che la macchina pneumatica, e che ſenza il merito della novita, è non per tanto curioſa, prova mirabilmente bene, quello che noi diciamo della caduta de' liquori.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un tubo di vetro maſſiccio e forte anzi che nò, *Figura* 5., il diametro del quale pareggia 8.

* Corriſponde alla *Pinte* de' Franceſi, che contiene due lire di peſo di liquido.

o 10 linee, mettonsi alcuni pollici d'acqua; e dopo d'aver fatto il vacuo nel resto della capacità del tubo, si suggella alla lampana d'uno Smaltatore, in A.

EFFETTI.

Quando si agita questo tubo perpendicolarmente, l'acqua si solleva tutta in un pezzo, all'altezza di alcuni pollici, come B, e ricadendo nell'istessa guisa al fondo, fa il medesimo strepito, e il medesimo sforzo, che un corpo solido? e cotesto suono è molto più acuto, quando si riserva una palla cava e sottile nella parte superiore, come appare dalla Figura.

SPIEGAZIONE.

Se dalla superficie dell'acqua C fino in A, vi fosse in questo vase dell'aria, tale quale è quella dell'atmosfera; quando per l'agitazione l'acqua sollevasi da C in B, la colonna d'aria contenuta in cotesta parte, sottentrerebbe per un instante all'acqua, ed occuperebbe il suo luogo; e l'acqua nel ricadere incontrerebbe questo fluido pieghevole, il quale ritarderia la sua caduta, e dopo una divisione reciproca, le cederebbe il di lei primo posto, ma quando v'è solamente dell'acqua nel tubo, e nulla v'è che la disunisca, ella ricade tutta insieme, e la base di questa colonna liquida, colpisce immediatamente il fondo del vase, come appunto farebbe un cilindro solido del peso medesimo.

A P-

APPLICAZIONI.

Il mercurio d'un barometro (se l'istrumento è ben fatto) si trova nel caso medesimo, in cui si trova l'acqua di quest' ultima Esperienza; quando egli si fa ondeggiar nel tubo, se la scossa è gagliarda, si corre rischio di frangere il vetro, e sempre s' ode il colpo, come quello d'un corpo solido; perchè la parte superiore del tubo, è vuota d'aria, ed il mercurio urta immediatamente nel fondo.

Il tempo non porta per sè stesso veruna differenza alla gravità de' corpi; quando non si supponga (ma perchè dovrem supporlo?) che i cambiamenti, che le soppravvengono, sono uniformi e proporzionali in tutta la natura; imperocchè se parliamo de' pesi comparati, ciò che pesa una lira, continua sempre a pesare esattamente una lira, fin che la quantità di materia resta la medesima. Se ne può prendere argomento dalle gravità specifiche delle materie che son note; l'oro per esempio, è costantemente nella proporzione di 19. $\frac{1}{2}$ ad 1. con l'acqua pura. Vero è, che queste quantità sono soggette a picciole differenze; ma ragion vuole, che si attribuiscano a' differenti stati delle materie, al freddo, al caldo, alla secchezza, all' umidità piuttosto, che rifonderle in una ignota cagione, la quale non si ha fondamento di sospettare. Se avviene alla giornata, che un corpo diventi più o meno pesante di quel ch' egli era, si dee por mente ch' egli ha perduto o acquistato delle parti materiali, che aumentano o diminuiscono la di lui mas-

ſa. Una ſpugna, od altro corpo equivalente ſoſpeſa al braccio d'una bilancetta, ed eſpoſta alle impreſſioni dell'aria, diviene ora più ora meno peſante; e ciò proviene, perchè l'umidità che regna nell'aria, aggiugne qualche coſa al ſuo peſo in certo tempo, ed al contrario glie ne toglie, quando fa più aſciutto. Queſta ſpiegazione è sì naturale, e sì ben ricevuta, che parecchi ſi ſervono di queſto mezzo, per conoſcere l'umido o il ſecco dell'aria. Si sà, che il legno navigato è più leggiero, che 'l legno nuovo; s'averà egli per queſto a conchiudere, che la gravità varia? Non è egli manifeſto, che coteſta diminuzione di peſo proviene, dall'aver egli perduto una parte della ſua ſoſtanza? Almeno dubitar non ſi può, che l'acqua non gli abbia fatto perdere una gran parte de' ſuoi ſali; imperocchè il ranno, che ſi fa della ſua cenere, poco ne contiene, e per queſta cagione egli è men opportuno ad imbiancare i pani lini.

Se è paruto, che alcune eſperienze indicaſſero de' cambiamenti nel peſo d'una medeſima materia, non dobbiamo non pertanto credere ch'elleno provar poſſano, ſiccome alcuni hanno creduto, che la gravità varj per ſucceſſione di tempo; ci ſembra più veriſimile, che coloro, i quali le hanno fatte, ſienſi ingannati, per qualche difetto nell'eſecuzione, non ben atteſo dalla loro vigilanza. I peſi de' penduli, de' menarroſti, degli orivoli, ec. ſono prove d'eſperienza, che ſi poſſono lor opporre, e che in dubbio rivocar non ſi poſſono.

Ma ſe il tempo non apporta variazione alcuna alla gravità de' corpi, almen non ſi cangia ella coteſta forza ſecondo i luoghi?

Dirò

Dirò in ordine a queſto, che conſiderando noi il centro de' corpi gravi eſſere quel della terra, ſarem forſe portati a credere, che ad una più o men grande diſtanza da cotal termine, la gravità non ſia per eſſere ſempre la ſteſſa. Ma quando, per paragonar queſta forza con ſe medeſima l'abbiamo provata nelle maggiori altezze, e nelle maggiori profondità che a noi ſieno acceſſibili, e non ci avendo ſcorta veruna differenza, pare che ſia permeſſo il credere, ch' ella ſia uniforme per tutto. Ed in fatti ſi è ſuppoſto ſtar la coſa a queſto modo, ſinchè ſono ſtate trovate ragioni da credere il contrario.

Neuton ci aſſicura (e Neuton merita d eſſere aſcoltato) che quella ſecreta potenza che ſollecita i corpi a cadere verſo la terra, adopera meno ſopra d' eſſi, quando ſono da lei più lontani; va avanti, e ci dà delle regole per calcolare queſta diminuzione, e quaſi ch' egli aveſſe portata la bilancia ſin ſulla Luna, vuole che ſi creda, che una pietra, la qual di là cadeſſe, non farebbe ſul bel principio niente più di ſtrada in un minuto, di quel ch' ella ne fa quaggiù in un ſecondo; vale à dire, che ad una tale altezza ella diſcenderebbe 3600. volte più lentamente, che non fa quand' è vicina alla ſuperficie della terra

Se reca maraviglia, come queſto Filoſofo abbia ardito di così decidere ſopra coſe, che pajono troppo ſuperiori alle forze dell' umano intendimento, molto più ci dee far ſtupire il non aver egli ſpacciate coteſte propoſizioni come ſiſtemi, ma l'averle rafforzate e conformate con prove, che reggono contro il più ſevero eſame. Non ha per verità dimoſtrato il Neuton, che la forza cen-

tripeta della Luna ſia la ſteſſa, che quella degli altri corpi che al noſtro globo appartengono; ma lo ha ſupoſto con tanta veriſimiglianza, che ei non dee averſi in cønto di mera conghiettura; imperocchè la ſua teoria della Luna, da lui fondata ſu tale ſuppoſizione, è quella, che più alla verità s'accoſta, e che dà i luoghi di coteſto Pianeta, alle oſſervazioni Aſtronomiche i più conformi.

Come dunque ſaper ſi può queſto che ſegue nella Luna, così che ſe ne favelli con tanta franchezza, e ci rieſca eziandio a guadagnarſi gli altrui voti, e l'altrui credenza?

Nelle opere medeſime del Sig. Neuton, o in eſtratti più ampj, che quì non avrebbon luogo, conviene ſtudiare i di lui penſamenti, e le ſue prove. Quello ch'egli ha inſegnato intorno alla gravità de i corpi, e conneſſo con tutto il ſiſtema generale del mondo, da lui più felicemente, che da verun altro Filoſofo concertato; ed è difficile grandemente, il formarſi un'eſatta idea di queſta parte, quand'ella ſi ſepara dalle altre, colle quali ell'ha una conneſſione sì neceſſaria. Ci contenteremo quì dunque di far ſolamente vedere in iſcorcio, come poſſibil ſia giudicar della gravità de' Corpi all'altezza della Luna, prendendone il filo e la proporzione da quella che hanno quaggiù, con ſupporre, che la forza centripeta della Luna altro non ſia, fuorchè quella gravità, che fa dare verſo il centro della terra i corpi che ci ſono dappreſſo.

Supponiamo che T, *Fig.* 6. rappreſenti la terra, D la Luna, LQRS l'orbita della Luna medeſima, cioè la rivoluzione ch'ella fa attorno del-

la

la terra nello ſpazio di quaſi un meſe. E cognita la diſtanza della terra dalla Luna, ch' equivale a un di preſſo al ſemidiametro del globo tereſtre 60. volte ripetuto: e queſte ſon quantità note, ha già lungo tempo e ſopra le quali ognuno è d' accordo.

Parlando delle forze centrali nella Lezion precedente, abbiam fatto conoſcere, che un corpo, il quale circola, lo fa in conſeguenza d' una forza che lo ſpigne, o che lo tira ſempre verſo un medeſimo punto, mentre un' altra forza lo ſollecita a moverſi in un' altra direzione. Quando noi vediamo girar la Luna attorno di noi, poſſiamo dunque conchiudere con tutta ſicurezza, ch' ella ha una forza centripeta, o, lo che è la ſteſſa coſa ch' ella gravita verſo la terra.

Abbiam pur fatto vedere, parlando del moto compoſto, che ſe un mobile ubbidiſce nel medeſimo tempo a due potenze, come LP, LC, ſi conoſce la ragione proporzionale di queſte due potenze dalla diagonale LQ, che eſſo mobile deſcrive.

Sapendoſi il tempo, che ſta la Luna in percorrere tutta la ſua orbita, ſi ſa nè più nè meno quello ch' ella impiega a deſcriverne una piccola porzione, come LQ: e quindi giudicar ſi può della ſtrada, ch' ella averebbe fatta, ſe aveſſe ſol ubbidito ad una delle due potenze. Se, per eſempio, LQ è lo ſpazio ch' ella percorre della ſua orbita in un' ora, LP rappreſenta la quantità dello ſpazio ch' ella diſcenderebbe in un' ora, ſe ſeguitaſſe l' impulſione della ſola gravità.

Appreſſo a poco in ſimil guiſa è venuto il Neuton a capo di conoſcere, che un corpo grave,

cominciando a cader dalla Luna, percorre a un dipresso 15. piedi nello spazio d'un minuto; poi comparando questa velocità con quella de' corpi che quaggiù ubbidiscono alla gravità, trovolla 3600. volte men grande; imperocchè una pietra, la quale cadesse liberamente per un minuto, percorrerebbe 3600. volte 15. piedi, ovver 54000. piedi: dal che conchiude, che la gravità decresce come il quadrato della distanza cresce; imperocchè 3600. è il quadrato di 60, e la Luna è 60. volte più lontana dal centro della Terra, di quel che ne sieno i corpi, che stanno come noi su la superficie.

Se noi potessimo poggiare ad altezze assai notabili, sarebbe una cosa curiosa molto il mettere in fatto questa teoria con qualche esperienza; ma le nostre più alte Montagne non son sufficienti; e quando le supporressimo alte due leghe perpendicolarmente, al di sopra del terreno più basso, a cui discender possiamo, ben si vede dal calcolo, che il decrescimento della gravità sarebbe ancora insensibile.

Se una distanza più o meno grande de' corpi gravi dal centro della terra, ha potuto far supporre qualche variazione nella loro gravità, simili sospetti nascer forse dovevano eziandio dalla diferenza de' climi? In un tempo massimamente, in cui la figura della Terra, era tuttora stimata sferica, non dovevano per quanto appare, tutti i luoghi della sua superficie credersi indifferenti, per quello spetta ad una cotal tendenza al centro?

Dacchè si è supposto che la Terra si muove in 24. ore attorno del suo asse, si averebbe potuto

tuto por mente, che tutte le parti della ſua ſuperficie non girano egualmente preſto; quelle che ſono ſotto l'equatore, deſcrivendo circoli molto più grandi, che quelle che a' poli ſono vicine, come l'abiam moſtrato ſpiegando l'eſperienza del globo di vetro nella precedente Lezione *. Queſta conſiderazione guidava naturalmente a penſare che tutti i corpi che ſono nella ſuperficie del noſtro globo, partecipando del ſuo moto, hanno una forza centrifuga; che queſta forza contraria alla gravità doveva eſſere più grande verſo l'equatore che verſo i poli; e che perciò la gravità dovev a ſcemare a proporzione della vicinanza a coteſta parte della terra. Ma prima di Carteſio, e di Hughens, non ſi ragionava di forze centrifughe; e ſe Copernico, nel proporla ſua ipoteſi, vi aveſſe ſopppraggiunta queſta novità, è molto probabile, che nel ſuo tempo non ſarebb'ella ſtata meglio applaudita che 'l reſto.

Nel 1672. M. Richer eſſendo andato per ordine del Re all'Iſola di Cayenne, ſituata in gradi 5. di Latitudine, per fare delle oſſervazioni non praticabili nel noſtro clima, fece una ſcoperta di maggior rimarco ſenza dubbio, che tutte quelle ch'egli s'avea propoſte. Oſſervò che un pendulo, che a Parigi batteva i ſecondi, miſurava tempi più lunghi nel paeſe ove allor riſiedeva.

Un Pendulo è un iſtrumento compoſto d'un corpo peſante, come una palla di piombo, e. g. che deſcrive archi attorno d'un punto fiſſo, col mezzo d'un filo, o d'una verghetta ſottile che lo tiene ſoſpeſo. Noi farem vedere nel decorſo di que-

* VI. Eſperienza Fig. 22. e 23.

queſta lezione, che il ſuo moto che *oſcillazione* s'appella, è un effetto della gravità, e che egli è più o meno pronto, ſecondo che il filo di ſoſpenſione ha più o meno di lunghezza.

M. Richer eſſendoſi dunque appieno accertato che il ſuo pendulo modellato a Parigi per battere i ſecondi, nell'Iſola di Cayenne ritardava, vi rimediò raccorciandolo d'una quantità di cui tenne conto eſatto; e queſta eſperienza ripetuta di poi da molti buoni oſſervatori, e ultimamente dagli Accademici che ſono andati al Perù, e da quelli che hanno fatto il viaggio del Nord, per le miſure che alla figura della terra ſi riferiſcono, ha ſempre moſtrato che verſo l'Equatore i corpi cadono più lentamente che altrove, e che tale ritardo ſcema, a proporzione che creſce la latitudine del luogo.

Col fondamento d'una cognizione di queſta fatta, ſi è meſſa più che mai in credito l'opinione del movimento diurno della terra; e però che una tale rotazione, ammeſſa che ſia, imprime alle parti del globo delle forze centrifughe, le quali non ſono eguali in tutta la diſteſa del Globo medeſimo, s'incominciò a formar de' dubbj intorno alla ſua figura, che giuſta il volgar ſentimento paſſava per sferica.

Fin tanto che ſi è conſiderata la terra come immobile, era veriſimile ch'ella foſſe una sfera perfetta, perchè le ſue parti obbedendo ad una gravità eguale, dovean formare attorno del centro comune della loro gravità, raggi o colonne di pari lunghezza, per ſtare in equilibrio. Ma ſe queſta gravità primitiva trovaſi diminuita da una forza contraria, e non ſi fa queſta diminu-

zio-

zione in quantitadi eguali per tutta l'eſtenſione del globo, non è poſſibile d'accordare l'equilibrio delle ſue parti con una figura perfettamente sferica.

Sia A D B E *Fig.* 7. una ſezione diametrale della terra, nel momento della creazione compoſta di parti egualmente peſanti verſo il punto C, e cotanto fluidi, che ordinare e diſporre ſi poſſano in conſeguenza della lor gravità; egli è certo che tutti i raggi A C, D C, F C, ec. per eſſere in equilibrio, devono eſſere della medeſima lunghezza, e che tutte le loro eſtremità ſaranno ſchierate e ordinate nella circonferenza d'un circolo.

Ma ſe ſi conſideri la terra, come avente un moto di rotazione ſu l'aſſe A B, l'equilibrio non può più ſuſſiſtere tra raggi eguali: imperocchè allora la forza centrifuga diſtrugge una parte della gravità, e tale diminuzione va ſempre creſcendo dal polo dell'equatore. Imperocchè il punto D deſcrive in 24. ore un gran circolo, il punto F nel medeſimo tempo percorre un parallelo, il di cui diametro è molto più piccolo, ed il punto A nè men gira. La colonna C D per eſſere così peſante come C A, deve dunque creſcere in lunghezza, e compenſare con più di materia, la diminuzione della ſua gravità, che la ſua forza centrifuga le cagiona.

Il moto di rotazione produce un ſimile effetto negli altri paralleli; ma queſt'effetto va ſempre diminuendoſi ſino ai poli, per due ragioni; 1. perchè la velocità del moto, e per conſeguenza la forza centrifuga che ne riſulta, ſcema con queſta proporzione: 2. perchè queſta forza, ch'è diretta-

tamente contraria alla gravità ſotto l'Equatore; non gli viene ſe non obliquamente oppoſta per tutt'altrove, come è facile l'oſſervarlo nella figura; imperocchè per eſempio, nella latitudine del punto F, la gravità agiſce ſecondo la direzione FC, e la forza centrifuga ha la ſua tendenza per FL.

Ne ſegue da tutto queſto, che ſe la terra gira ſul proprio aſſe, la gravità non è eguale per tutto; la materia che compone queſto globo, per eſſere in equilibrio con sè medeſima, deve via via ſempre più elevarſi da' poli fino all'Equatore, come HIKG; da che riſulta, che il diametro del ſuo Equatore è più grande che il ſuo aſſe AB. La coſa ſi renderà palpabile coll'eſempio che ſegue.

Empieſi di paglia d'avena un ſacco di cuojo di montone, compoſto di dodici fuſa ſimili alle ſtampe colle quali ſi cuoprono i globi, che rappreſentano il Cielo o la terra; coteſta ſpezie di ſfera fleſſibile è corredata, ne' ſuoi due poli, di due pezzi di legno traforati, che ſcorrono ſopra un aſſe di ferro quadrato, le cui eſtremità ſono rotondate con due perni, e col mezzo d'una rotella fiſſata a una di queſte due eſtremità ſiccome appar dalla *Fig.* 8. s'imprime in coteſto globo un moto di rotazione, per mezzo della macchina, con la quale abbiam fatto girare il globo di vetro, e ch'è rappreſentata nella *Fig.* 22. della precendente Lezione. Queſto moto gli fa perdere in poco tempo la ſua figura ſferica, e pigliar quella d'uno ſferoide, che vedeſi ſenſibilmente ſchiacciato ne' poli, ed elevato nell'Equatore, più di quel ch'eſige una ſfericità perfetta.

Li

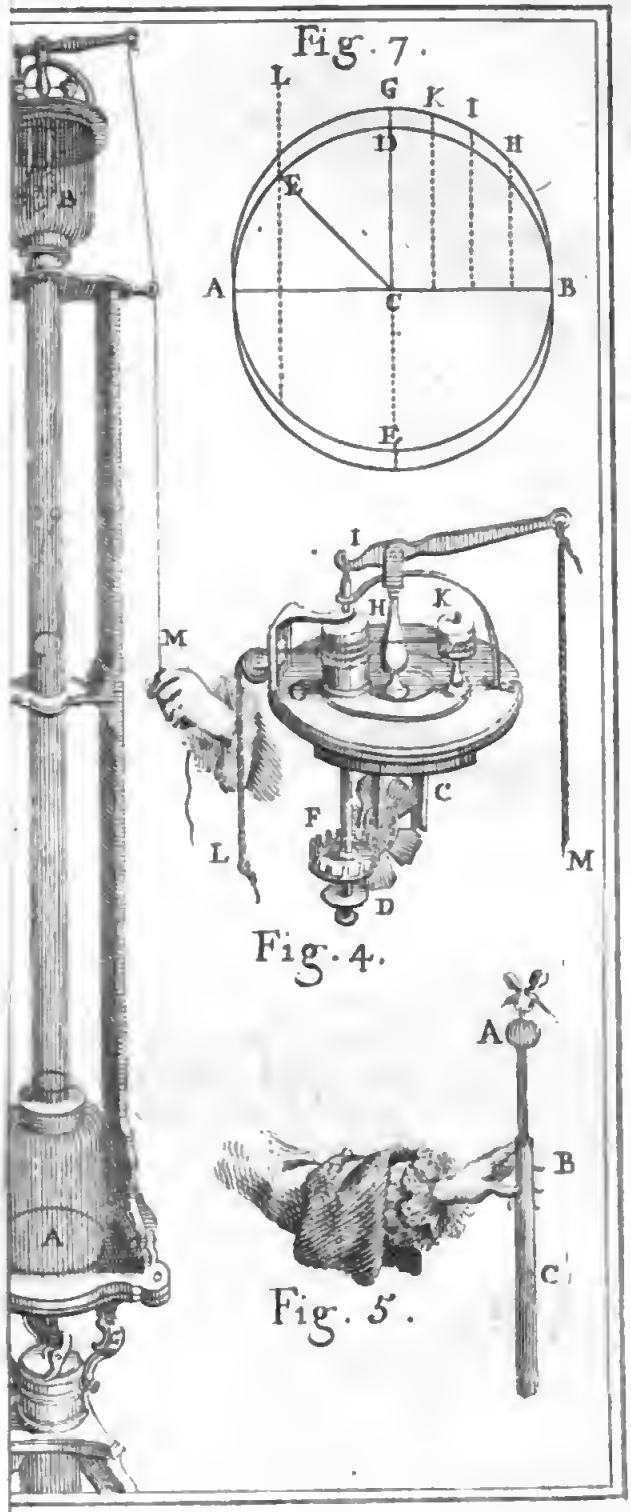


Fig. 7.

Fig. 4.

Fig. 5.

Li Signori Hughens, e Neuton, ſenza ricorrere a ſimili eſperienze, che avrebbono poco peſo in una materia biſognoſa d'una ſomma accuratezza, fondati unicamente ſopra le leggi della Statica e delle forze centrali, avevano raccolto che la terra doveva eſſere uno ſferoide ſchiacciato verſo i poli: co' loro calcoli erano anche giunti a determinare, di quanto il diametro dell' Equatore eccedeſſe l'aſſe in lunghezza. Ma dipendendo queſta deciſione da ipoteſi che laſciavano dell' incertezza, l'opera di coteſti grand' uomini quaſi altro eſito non ebbe, ſe non ſe quello di rendere a queſta quiſtione applicati ed attenti i più valenti Fiſici, e di farli accorti della ſua importanza.

Quando la teoria ne mena a qualche ſcoperta fiſica, pare che ſia riſervato all' eſperienza il porvi l'ultima mano; ma qual mezzo vi era di fare delle ſperienze ſopra la figura della terra? Le più deciſive che ſi poſſano fare, e il miſurarla attualmente, comparando gli archi d'uno de' ſuoi meridiani: come di poi s'è fatto.

Quantunque l'iſtoria di ciò ch'è ſeguito a tal propoſito, ſia curioſiſſima e intereſſante, io m' aſterrò dal riferirla, perchè ella non è neceſſariamente legata col mio oggetto preſente; in molte opere recentiſſime ella ſi trova molto più minutamente deſcritta, di quel ch'io far potrei quì a cagion de' limiti che mi ho preſcritti; ma in niuna meglio che in quella la quale di propoſito ci ha dato il Sig. de Maupertuis, che più che altri ha cooperato a guidare ed eſeguire queſta bella intrapreſa. Dirò ſolamente, che il viaggio fatto al Nord da queſt' illuſtre Academico inſieme con mol-

molti de' ſuoi Compagni; affine di miſurare un arco di meridiano, che poteſſe eſſere comparato con quelli, che erano ſtati miſurati in Francia, ha già confermata la figura, attribuita prima d' ora alla terra da l' Hughens e da Neuton: e ch' è probabiliſſimo, che gli altri Academici, che ſono attualmente nel Perù, niente ci ſapran dire di contrario: ma ci ſapran dire ſolamente, di quanta eſtenſione ſia lo ſchiacciamento del noſtro globo verſo i poli.

Un' altra quiſtione, che ora preſentaſi, è dirizzata a ſapere, ſe il peſo d' un corpo varia ſecondo i differenti ſtati ch' egli può prendere; ſe il moto, la quiete, il freddo; il caldo, la ſolidità, la fluidità; ec. poſſono renderlo più o meno peſante nel luogo medeſimo.

In generale ſi può riſpondere che il peſo, o la gravità aſſoluta d' un corpo non varia, finchè la ſua quantità di materia è la medeſima: una lira di piombo peſa ſempre intrinſecamente una lira, o che ſia fuſo, o che ſia ſolido; più, o meno caldo; ſia in moto, o no; imperocchè quand' ella è paſſata per tutti queſti ſtati, ſe non ha perduto niente della ſua quantità di materia, vi ſi ritrova coſtantemente il medeſimo peſo.

Ma ſe ſi conſidera la gravità, come la velocità attuale, con la quale il corpo grave ſi porta dall' alto all' ingiù, molt' è lungi ch' ella ſia la medeſima ſul principio o ſul fine della caduta. Qualunque eſſer poſſa la cagione della gravità, biſogna concepire queſta forza, come s' ella foſſe collocata nel mobile medeſimo, ſul quale ella adopera; a un dipreſſo come il fuoco che ſolleva un razzo per l' infiammazione ſucceſſiva delle parti ch'

ch'egli contiene: di maniera che ella adopera ſopra un corpo mentre egli cade, tanto e nella ſteſſa guiſa ad ogni momento, come ſe foſſe fermato: Laonde; tutte l'altre coſe ſuppoſte eguali, una palla di piombo che ha ceduto alla propria gravità per lo ſpazio d'un ſecondo, ha una velocità attuale più grande, che quella la qual foſſe ſolamente diſceſa per un mezzo-ſecondo. Rendiamo ſenſibil la coſa con una eſperienza.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A B, *Fig.* 9. è una caſſa più lunga che larga, aperta di ſopra, e nella quale ſdrucciola un paniere pieno di terra molle. A D, e B C, ſono due colonne cilindriche di 3. piedi e mezzo d'altezza, diviſe in pollici, e ſopra le quali ſi fa ſcorrere un'aſſicella mobile poſta traſverſalmente E F, che ſi ferma con viti, a quell'altezza che più ſi vuole. Nel mezzo di queſto legno traſverſale è un buco, nel quale ſi ritiene una palla d'avorio d'un pollice di diametro, col mezzo d'una tenaglia che ha molla; la palla H, ſimile alla precedente, è ſoſpeſa da un filo alla metà della diſtanza tra il legno traſverſale mobile e la cunetta: ed il filo di ſoſpenſione è fermato per tal maniera, che quando ſi laſcia andare la palla G, l'altra comincia a cadere nel medeſimo tempo.

EFFETTI.

Le due palle avendo cominciato a cadere nel medesimo tempo, finiscono la loro caduta l'una dopo l'altra, e la palla H; che arriva la prima su la terra molle, vi fa uno sprofondamento, il quale è molto minore, che quello della palla G. che giunge da poi.

SPIEGAZIONI.

Lo sprofondamento che ciascuna palla fa nella terra molle, e il prodotto del suo sforzo; quest' effetto esprime la forza attuale del mobile nel fine della sua caduta; cotesta forza non può venire se non dalla sua massa e dal suo grado di velocità: ma le masse sono eguali, se dunque le forze sono differenti, ciò nasce perchè la palla G terminando di cadere, aveva più di velocità che la palla H.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Tirato un po innanzi che fiesi il paniere della macchina qui sopra descritta, acciocchè una nuova palla possa cadere sopra un luogo, dove la terra molle non abbia ricevuto sprofondamento; si ferma il legno mobile trasversale ad un piede di elevazione sopra della cassa, per far cadere una palla di rame che pesa 3. oncie; quindi s'alza il detto legno trasversale tre piedi, per far cadere so-

ſopra un nuovo ſito, un'altra palla di rame cava, dell'iſteſſo diametro che la prima, e che peſa ſolo un oncia.

EFFETTI.

Paragonando i due ſprofondamenti, ſi trovano perfettamente eguali.

SPIEGAZIONI.

Quello che la precedente eſperienza ha ſolo indicato in generale, queſta lo dimoſtra con maggior preciſione: imperocchè non ſolo dà ella a conoſcere che la velocità de' corpi che cadono liberamente, creſce in una caduta più lunga; ma ci dà la miſura di queſto creſcimento, con far conoſcere ch'egli è proporzionale all'altezza: lo che divien evidente, quando ſi fa attenzione, che un'oncia di maſſa ha prodotto il medeſimo effetto che 3 oncie, perchè l'altezza della ſua caduta è ſtata 3 volte maggiore.

APPLICAZIONI.

Non v'è contadino che non ſappia, che la caduta d'una pietra è tanto più da temerſi, quanto vien da più alto; e che i corpi fragili corrono maggior pericolo di romperſi in ſimil caſo. Queſti fatti ſon sì noti, che non porta il pregio di fermarvici. Oſſerveremo ſolamente, che ſiccome nella noſtra eſperienza una maſſa più grande, venendo da minore altezza ha prodotto l'iſteſſo ſforzo che una maſſa minore da più alto caduta;

ſi può ſcegliere tra queſti due mezzi, quando ſi tratta di valerſi della potenza d'un mobile, che debbe operare con la ſua caduta; imperocchè è utile bene ſpeſſo poter ſoſtituire del peſo ad una grande elevazione.

Non v'ha dubbio, per eſempio, che de' martelli impiegati a forza di braccia con una velocità ſufficiente, verebbono a capo di ſprofondare de' pali, di lavorare delle ancore, di battere il ferro delle miniere nelle fucine, dov'egli ſi prepara in grande, ec. ma ci va molto minore ſpeſa nel far cadere da un'altezza mediocre maſſe peſantiſſime, il cui moto è arrivato e regolato per lo più dalla forza dell'acqua, o da quella del vento.

Ed eccoci così chiariti, almeno in generale, che la caduta de' corpi s'accelera ad ogni iſtante; vediamo adeſſo per via d'eſperienze qual ſia la progreſſione di queſto aumento di velocità.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A B, e C D, *Figura.* 10. ſono due corde di metallo, o di minugia, d'incirca 12. piedi di lunghezza, fortemente e parallelamente teſe ad alcuni pollici di diſtanza l'una dall'altra, e che fanno con l'orizonte un angolo di circa 22 gradi e mezzo; G è un mobile che liberamente ſdrucciola per mezzo di due piccioli rotoli ſopra la corda A B, ed il ſuo centro di gravità è più baſſo che la corda, affinchè la punta ch'è nella ſua par-

parte ſuperiore, conſervi ſempre la ſteſſa ſituazione; H è un pendulo un poco peſante, che ſi move ſu due perni A, *a*, e la verghetta del quale eccede un poco verſo *f*. La lunghezza del pendulo deve eſſere tale, ch'egli faccia appuntino una vibrazione, mentre il mobile G percorre la nona parte della corda A B; per accertarſene biſogna avere in pronto un regoletto di legno, che ſerve a miſurare la corda in nove parti eguali e collocare in faccia alla prima di queſte parti, e ſopra la corda C D una piccola ſquilla K, il cui ſoſtegnetto ſcorre, e ſi ferma con una vite, a qual diſtanza che ſi vuole. Egli debbe aver pure un martelletto, che di paſſaggio viene allentato dal mobile G. Da un' altra parte il pendulo H fa ſuonare parimenti un altra ſquilla I, il cui tuono è differente, e la coda della verghetta che eccede in *f*, fa allentare di paſſaggio un picciol filo di ſeta che ritiene il mobile G; di maniera che quando il tutto è ben aggiuſtato, il mobile G non parte, ſe non quando il pendulo fa ſuonare la ſua ſquilla I per la prima volta; e l' altra ſquilla K non dà il ſuo primo colpo, ſe non quando il pendulo fa ſentire il ſecondo colpo della ſua: perciò tra il primo ed il ſecondo colpo o ſuono della ſquilla, ſcorre un tempo, di cui s' ha la miſura, e parimente in queſto tempo il mobile percorre un ſpazio cognito. Si arretra poſcia la ſquilla K, fin tanto che lo ſpazio percorſo dal mobile G ſia determinato dal ſecondo tempo, cioè finatantochè il terzo colpo della ſquilla I s' accordi con quello della ſquilla K che ſi è arretrata, e così di mano in mano. E miſurando gli ſpazj percorſi, ſe ne fa comparazione co i tempi.

EFFETTI.

Durante la prima vibrazione del pendulo, il mobile G percorre la nona parte della corda; s' egli continua a moversi, di mano in mano nel ſecondo tempo percorre tre volte altrettanto di ſpazio, e nel terzo cinque volte, di maniera che la ſua velocità è accelerata: poichè in tempi eguali miſura ſpazj che vanno creſcendo, ed il progreſſo di queſta accelerazione corriſponde a' numeri impari 1, 3, 5, 7, 9, ec. lo che fa dire che gli ſpazi percorſi, cominciando dal primo inſtante della caduta, corriſpondono al quadrato de' tempi: imperocchè alla fine del ſecondo tempo ſi trova per il numero degli ſpazj 4; che è il quadrato di 2; e alla fine del terzo, 9 che è quadrato di 3.

SPIEGAZIONE.

Se la gravità foſse una forza eſterna o come tale, cioè che la ſua azione ſul mobile ch' ella avviva, foſſe ſimile a un colpo di martello, che produce nel primo urto, tutto quello che egli far può la velocità del corpo grave ſarebbe ſempre eguale ed uniforme (aſtraendo dagli oſtacoli eſtranj:) Imperocchè qual ſarebbe la cagione, per cui dovſs' ella mutarſi? poſto che niente la diminuiſſe, e la potenza che l' ha fatta naſcere non continuaſſe a operare. Ma la gravità, come già detto abbiamo, è una forza che ſeguita ed accompagna dirò così il mobile, e che ripete ſopra di eſſo le ſue impulſioni ad ogni iſtante. La velo-

cità

cità d'un corpo che cade, non è dunque ſolamente quella ch'egli aveva principiando a diſcendere; ma è la ſomma di quelle ch'egli ha acquiſtate, per tutto il tempo della ſua caduta.

Quando il mobile G della noſtra eſperienza percorre lo ſpazio A I, la gravità è che lo fa diſcendere; per conſeguenza ſe ſi ſuddivide il tempo ch'egli impiega per fare queſta ſtrada, deeſi concepire che in ciaſcun iſtante egli abbia ricevuta una nuova velocità, e che quando egli è arrivato alla zifra 1, la ſua velocità attuale è maggiore, che quando è partito dal punto A.

Per ſapere preciſamente il valore di queſt'aumentazione, ſupponiamo che la linea A B, *Figura* 11. rappreſenti queſto primo tempo diviſo in 6 iſtanti eguali; ed eſprimiamo li piccoli ſpazi percorſi in queſti iſtanti, col mezzo di tante linee perpendicolari ad A B. Se nel primo iſtante, la gravità fa percorrere al mobile uno ſpazio eguale a *c c*, quello ch'egli percorrerà nell'iſtante ſeguente *d d*, ſarà doppio, perchè l'impulſione del ſecondo iſtante, unendoſi a quella del primo che ſempre ſuſſiſte, raddoppierà la velocità, e così di mano in mano: l'iſpezione ſola della Figura baſta, per far capire, che le velocità acquiſtate, ſono come il numero degl'iſtanti.

Immaginiamo adeſſo, che nel principio del ſecondo tempo eſpreſſo per B C eguale ad A B, la gravità ceſſi d'operare ſopra 'l mobile, egli continuerà a diſcendere ſenza accelerazione, percorrendo tanti ſpazj ſimili a B D, quante vi ſono in B C parti eguali a quelle del primo tempo A B. Ma la ſomma di queſte linee è doppia

di quelle del primo tempo, come è facile vedere, ſpartendo il quadrato B D C E in due triangoli: egli è dunque dimoſtrato, che il mobile in virtù delle velocità acquiſtate nel primo tempo, può percorrere uno ſpazio doppio di quello che ha percorſo. Così quando il mobile G della noſtra Eſperienza è arrivato al fine del primo ſpazio, tuttochè non acquiſtaſſe altre nuove velocità, nel tempo della ſeconda vibrazione di pendulo, s' avanzerebbe ſino alla zifra 3.

Ma ſe la gravità continua a operare, debbe produr nel ſecondo tempo altrettanto effetto che nel primo. Se dunque ſi aggiungeranno ſul lato D E, che rappreſenta un tempo eguale ad A B, linee il numero e la lunghezza delle quali ſieno ſimili alle prime *c c d d*, ec. ſi averanno, per li ſpazj percorſi nel ſecondo tempo, i tre triangoli B C D, C D E, e D E F, la ſomma de' quali pareggia tre volte A B D.

Parimenti quando il mobile G parte dal punto 1, egli è in iſtato di percorrere nel ſecondo tempo due ſpazj, in virtù delle velocità acquiſtate nel primo tempo, ed un terzo, in conſeguenza della nuova impulſione ch' ei riceve in ciaſcun tempo, ed in queſta guiſa perviene alla zifra 4.

Segue la medeſima coſa per tutti gli altri tempi: e per poco che vi ſi badi, ſi vede che il quarto, nono, decimoſeſto ſpazj percorſi, corriſpondono al ſecondo, terzo, quarto tempo, e che le quantità che appartengono a ciaſcun tempo, preſe ſeparatamente, ſono tra eſſe, come le zifre 1, 3, 5, 7, ec.

Quindi ſiegue, che un corpo, caduto da una certa

certa altezza, si trova avere sul fine della sua caduta, un grado di velocità, tale, qual gli farebbe mestieri per risalire così alto, se qualche causa mutasse la sua direzione. E se risale infatti colla sua velocità acquistata, il suo moto è ritardato ascendendo, come è stato discendendo accelerato.

Imperocchè, supponiamo per esempio, che il corpo A, *Figura* 12., sia arrivato in B per una velocità accelerata, cioè percorrendo nel primo tempo lo spazio 1, e nel secondo lo spazio 2, tre volte maggiore; se egli risalisse in virtù della velocità attuale che gli ha, e la gravità cessasse di operare sopra di lui, risalirebbe nel primo tempo da B in A.

Ma se venga la gravità a ritardar questo moto, la sua azione sopra il mobile che ascende, sarà come sopra quello che discende; gli darà ella da sù in giù una tendenza capace di farlo discendere la quarta parte di AB. Perciò in luogo di risalire fino in A, arriverà solo in C; e nel tempo seguente, la medesima tendenza ch' ella continua a dargli, essendo tre volte maggiore, egli non farà ascendendo, se non la terza parte di quello che ha fatto nel primo tempo, giungerà dunque in A in due tempi: e gli spazi ch' egli percorrerà, saranno 3 ed 1. Donde si vede, che la velocità d'un corpo che risale, è ritardata dalla gravità, secondo la progressione de' numeri impari, 1, 3. 5. 7, ec.

APPLICAZIONI.

Quello che abbiam poc'anzi insegnato con la precedente Esperienza, intorno all'accelerazione de' corpi gravi, ed alle leggi di quest'accelerazione, trovasi vero, appuntino, speculativamente: in pratica eziandio le differenze non sono sensibili, quando s'esaminino cadute di picciol rimarco, quali sono quelle che noi abbiamo praticate. Ma se questa teoria si applica agli effetti naturali, trattandosi di grandi altezze, ella non milita in tutta la sua ampiezza, a cagione della resistenza de' mezzi, o degli altri ostacoli che ritardar possono la velocità de' corpi cadenti. Ne abbiamo già date delle prove con la seconda Esperienza, e n'abbiam citate dell'altre, fattesi in grande tanto in Italia, quanto in Francia ed Inghilterra. In 4 secondi $\frac{1}{2}$ una palla di piombo cade dall'altezza di 272 piedi, secondo la legge dell'accelerazione da noi dianzi stabilita, e non avutosi riguardo ad alcuna estrania resistenza, questo mobile doverebbe percorrerne 289, dunque son 17 piedi, che la resistenza d'aria toglie in simil caso dal prodotto della sua accelerazione.

Questa diminuzione sarebbe ancora più notabile; se la palla in vece d'esser di piombo fosse di legno, o di qualche materia ancor più leggiera. Imperocchè abbiam gia fatto vedere, che la resistenza del mezzo ritarda tanto più il moto de' corpi, quanto più hanno di volume, e meno di massa; ed è noto dall'Esperienze di M. Desaguilliers, già da noi citate, che una palla di cartone di 5. pollici di diametro, impiegò 6 secondi $\frac{1}{2}$ per ca-

cadere dall'istess'altezza, che la palla di piombo, laddove una caduta di questa durata avrebbe dovuto produre 325 piedi, cioè 53 di più di quel che ha fatto.

La caduta de' corpi non differisce dagli altri moti, se non per la sua direzione, la resistenza de' mezzi vi si lascia dunque scorgere all'istesso modo: vale a dire, che bisogna aver riguardo non solamente al volume del mobile relativamente al suo peso, ma ancor al suo grado di velocità, ed alla densità del fluido, nel quale egli fa la sua caduta. Imperocchè è mestieri di maggior forza o di maggior tempo, per smuovere l'acqua, che l'aria in pari quantità. Quindi addiviene, che quando un corpo ha acquistato con la sua accelerazione un certo grado di velocità, che lo mette in equilibrio col mezzo resistente, continua a moversi uniformemente.

I corpi che cadono, giungono più presto o più tardi a cotesto moto uniforme, secondo la densità de' mezzi che travalicano, o secondo che hanno più o meno di volume con la medesima massa. Quindi è, che gittandosi per una finestra de' corpi di pesi differenti, come pezzetti di carta, scheggie di legno, di pietra ec. osservar si può, che i primi dopo avere accelerato nello spazio di 12 o 15 piedi, cadono poscia con un moto sensibilmente eguale; la grandine cade più presto che la pioggia, e la pioggia più presto che la neve, per la stessa ragione. Tolti via questi ritardi, l'acqua del cielo che feconda la terra, e di cui dispone la natura secondo i nostri bisogni, disolerebbe continuamente le nostre campagne e le nostre abitazioni; anche una minuta grandine, coll'estrema velo-

locità della sua caduta, sarebbe un peso da temersi per le nostre teste.

Quello che la resistenza de' mezzi toglie dall' accelerazione della gravità ne' corpi che discendono, l'aggiugne al suo ritardo ne' corpi, che si muovono da giù in su. Così il corpo B *Fig.* 12. che in virtù della sua velocità acquistata, potrebbe salire fino al punto A, donde è disceso, si fermerà più basso a cagione del mezzo che gli resiste, e che distrugge una parte del suo moto. Quando lasciasi cadere una palla d' avorio sopra un marmo, quand' anche cotesti due corpi fossero d'una elasticità perfetta; non occorrerebbe aspettare, che la palla rimontasse fino al luogo della sua mossa; l' esperienza è d' accordo affatto con questa teoria.

II. SEZIONE.

De' Fenomeni, ne' quali il Moto è composto della gravità, e di qualch' altra potenza.

SE qui si richiami alla memoria quanto abbiam detto del Moto composto, non ci resterà che da fare delle applicazioni de' principj generali, da noi stabiliti; imperocchè la gravità è una potenza, la cui direzione, ed intensione sono già note da quello, che fin ora abbiamo insegnato. Se si conoscerranno le altre forze,

ze, che seco lei cooperano al movimento d' un corpo, i diversi effetti che possono risultarne, saranno sempre conformi alle leggi del moto composto, che abbiamo piantate nella Lezione precedente. Scorriamo i casi più generali e più interessanti.

Quando un corpo non ubbidisce pienamente alla sua gravità, tanto in riguardo alla direzione, che all' intensione, questo avviene perchè egli è ritenuto da qualche ostacolo, o sollecitato da qualche forza attiva, che direttamente o indirettamente opera contro quella prima potenza.

Se l' ostacolo è direttamente opposto alla gravità, ed è invincibile, come il filo da cui pende la palla A, *Figura* 13., ovvero il piano orizontale, che impedisce ch' ella non passi più oltre: allora è un mobile che trovasi tra due potenze eguali, opposte nella medesima linea, cioè l' azione della gravità, la reazione del punto fisso a cui egli è sospeso, o del piano sul quale risposa: e noi abbiam detto che in simil caso, il mobile resta in quiete. Ovver se l' ostacolo può cedere alla gravità, ecco allora il caso di due forze, una delle quali ubbidisce secondo il vantaggio, che l' altra ha sopra di essa; il moto riman semplice, ma ritardato solamente, come avviene quando i corpi gravi cadono per mezzi resistenti.

I corpi gravi, a' quali non cedono gli ostacoli fuorchè insensibilmente, come il peso d' un orologio, d' un menarrosto ec. non lascian vedere alcun' accelerazione nella loro discesa, perchè in queste sorte di macchine il moto è moderato da' mezzi, che ad ogni instante rimenano il mobile alla sua velocità iniziale, cioè a quel grado di velo-

locità infinitamente piccolo, col quale comincerebbe a cadere, se fosse libero.

Per concepire, come un corpo possa cadere lungo tempo, e seguitamente, senza accelerare il suo moto; s'immagini una palla, la quale cada per una scala, i cui gradini sono un po' larghi; ed in tal maniera, che cadendo dal primo sul secondo, non acquisti, se non la velocità necessaria per giungere all'orlo del gradino rotolando e per cader sul terzo, e così degli altri; egli è evidente che al centesimo gradino la sua caduta sarà simile a quella, ch'essa palla ha fatta nel primo, perchè come si suppone, ogni volta ch'ella ha rotolato orizontalmente, ha perduta la velocità ch'ella aveva acquistata con la precedente caduta. La stessa cosa succede a un dipresso, benchè meno sensibilmente al peso d'un pendulo, quando un dente del rocchetto scappa dalle palettine, la lumaca gira un poco, la corda scorre altrettanto, ed il peso fa una picciola discesa, non avvertita dall'occhio, a cagione della piccolissima sua durata, ma ch'è però più pronta sul fine, che sul principio: la resistenza che prova il dente seguente sinattanto che scappi, consuma ben presto cotesta piccola aumentazione di velocità, e la seconda caduta si fa come la prima, cioè come se il mobile partisse dalla quiete.

Se alcuna cosa obbliga un corpo grave a discendere per una linea obbliqua all'Orizonte, od è un ostacolo, la cui reazione si proporziona agli sforzi della gravità come un piano inclinato, o un filo che tiene sospeso il mobile; oppure è una forza attiva, che ha la sua misura de-

ter-

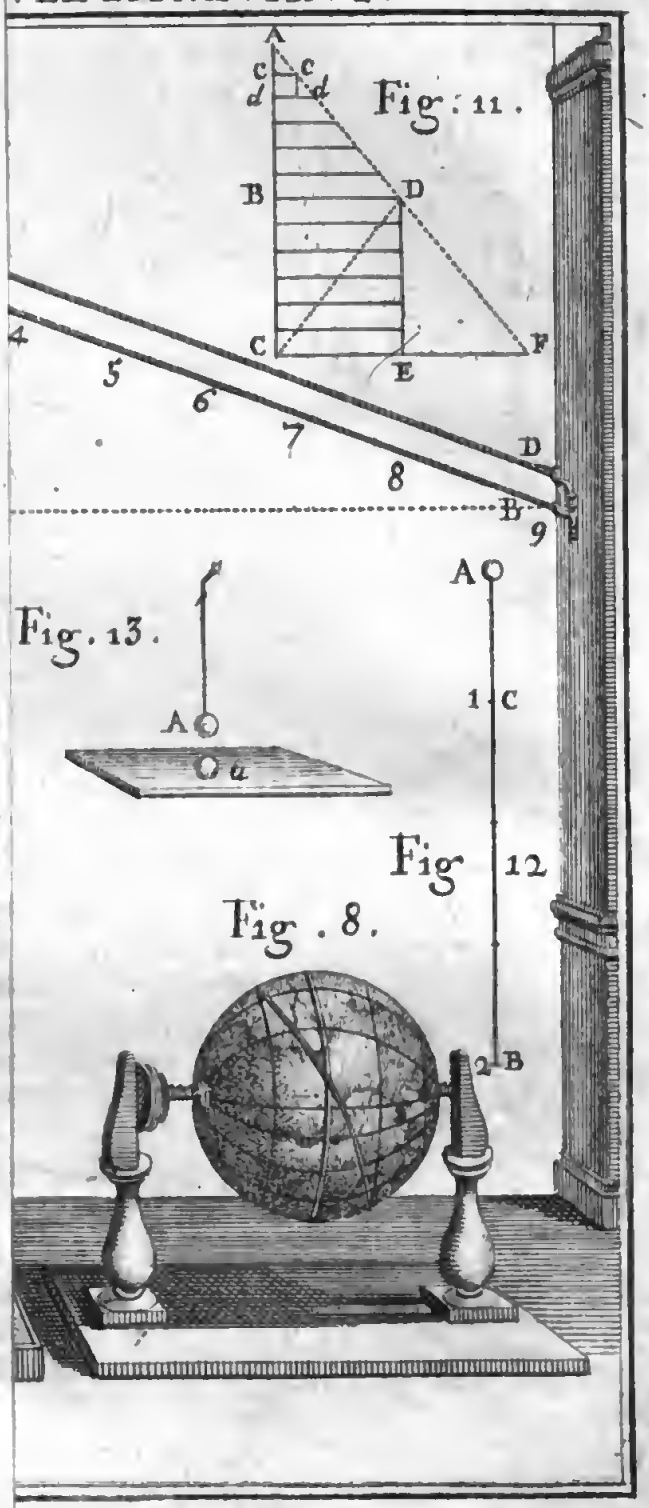


Fig. 11.
A
c c
d d
B
D
C
E
F
4
5
6
7
8
D
B
9
Fig. 13.
A
a
A
1 C
Fig 12
2 B
Fig. 8.

Digitized by Google

terminata. come lo sforzo del braccio che getta una pietra, o quello della polvere accesa, che fa scattare una palla di moschetto. Esaminiamo divisatamente questi due casi negli Articoli seguenti.

ARTICOLO PRIMO

Della caduta de' Corpi per piani inclinati.

IL piano inclinato, di cui quì si tratta, è quello che non è nè verticale, come *a p Fig.* 14., nè orizontale come *p* C, ma che, come la linea *a* C, forma un triangolo colle due prime linee.

Il piano inclinato, tanto è inclinato meno, quanto più si solleva sopra del piano orizontale; o, il che si riduce alla stessa cosa, quanto la linea *a p* è più lunga rispetto a *p* C. Così il piano *a* C, è più inclinato che *a* D.

Quando un mobile discende per un piano inclinato, la cosa va del pari, o se sostenuto sia da un piano solido d'una inclinazione costante, o se venga ognor tirato proporzionalmente da una potenza, la cui direzione faccia in tutti gl'instanti un angolo simile con quella della gravità, come F A, od *f a*

Un corpo grave, ch'è obbligato di discendere così per una linea obliqua all'Orizonte, debb'essere considerato come ubbidiente a due forze, le cui direzioni sono differenti, ed il suo moto debbe com-

compors̃i ſecondo le leggi, che abbiamo ſtabilite nella Lezione precedente: gli effetti che abbiamo quì da eſaminare, non ſono ſe non applicazioni ed eſempj di quelle.

Supponiamo dunque, che A P rappreſenti la gravità, cioè lo ſpazio che percorrerebbe il mobile A nel primo tempo della ſua caduta, ſe cadeſſe liberamente; e che A F ſia un' altra potenza che tira innanzi e obliquamente: formando ſu queſti due primi lati il parallelogrammo P A F *a*, come l' abbiamo inſegnato, la piccola diagonale A *a*, darà e la direzione, e la quantità del moto compoſto. Quindi ſi vede che al fine del primo tempo, il mobile ſarà in *a*, cioè molto men baſſo, che non ſarebbe, ſe aveſſe ſol ſeguitata l' impulſione della gravità.

Se ſi vuol ſapere qual ſarà il prodotto del ſecondo tempo, convien rappreſentare le due potenze per mezzo di linee tre volte più lunghe; imperocchè la gravità, che averebbe fatto cadere il mobile per A P nel primo tempo, gli averebbe fatto percorrere *a p* tre volte più lunga in un pari tempo, preſo continuamente.

Queſt' aumentazione di potenze, ſe le loro direzioni non mutano ordine tra eſſe, darà per il ſecondo tempo la diagonale *a b*, tre volte più lunga che A *a*, e nell' iſteſſo addirizzamento; e ſe ſi continuerà la medeſima operazione, ſi averà finalmente mercè la ſerie di queſte diagonali il piano inclinato A C.

Se mutaſi la direzione della potenza, che fa oſtacolo alla gravità, e diventi come *c a* o *d a*, il parallelogrammo ſi cambia, e per conſeguenza il moto compoſto, ch' è eſpreſſo dalla diagonale.

El

Il mobile in vece di discendere per *ab*, caderà per *ag* od *a h*: di modo che, se questo cambiamento di direzione giugnesse fino a far operare l'ostacolo perpendicolarmente alla propensione della gravità come *e a*, allora la caduta del mobile non sarebbe punto ritardata; dovecchè lo sarebbe, se la resistenza si facesse per un verso direttamente contrario come *i a*, il che non ha bisogno d'essere spiegato.

Da questi principj segue, 1. che un corpo non cade mai così presto per un piano inclinato, come per la linea verticale, ch'è la sua natural direzione: imperocchè in luogo di percorrere A P nel primo tempo, si vede che discende sol la quantità A *k*; e nessuno de' punti *b g h* è così basso come *p*.

2. Che quanto più il piano è inclinato all' Orizonte, tanto più la caduta è ritardata: imperocchè discendendo per il piano *a* C, il mobile non percorre se non la linea *a b*, nel tempo ch' egli percorrerebbe la linea *a g*, se discendesse per lo piano *a* D meno inclinato; e se il piano fosse affatto orizontale, per quanto si movesse, la sua caduta sarebbe assolutamente nulla.

3. Che la gravità, tuttochè ritardata, accelera la caduta de' corpi secondo le medesime leggi, e le medesime proporzioni, che la gravità che agisce sola e liberamente. Imperocchè si vede, che la linea *a b* prodotto del secondo tempo, è tre volte più grande che A *a* prodotto del primo. Questa differenza è simile a quella delle linee A P ed *a p*, ch'esprimono cadute libere.

4. Che si può paragonare la velocità d'un mobile, che discende per un piano inclinato, a

quella del medesimo corpo, il quale cadesse liberamente per la linea verticale, ovvero i gradi di velocità di due corpi, che percorrono piani differentemente inclinati, poichè si sa la quantità della caduta per ciascun istante preso seguitamente, come A *a*, *a b*, sopra un piano di cui si conosce l'inclinazione, e la differenza di queste quantità sopra differenti piani, come *a b*, *a g*, in tempi eguali. Laonde prendendo per termine di comparazione il tempo, che il mobile impiegherebbe in cadere perpendicolarmente dall'altezza del piano *a p*, trovasi che la durazione della sua caduta per il piano inclinato è più lunga tanto, quanto il piano *a* C, oppur *a* D, eccede in lunghezza la linea *a p*. Rendiamo ciò sensibile con una Esperienza.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien disporre le corde della *Figura* 10. in modo, che elleno formino un piano inclinato A B, che abbia due volte altrettanto di lunghezza che di altezza, ed aggiustare il pendulo, in guisa tale che faccia una vibrazione, mentre una palla d'avorio cade dall'altezza A P. Se il mobile G partirà nel medesimo tempo che questa palla,

EFFETTI.

Non giungerà al termine del piano inclinato, se non sul fine del secondo tempo; vale a dire, che

che la durazione della ſua caduta è verſo quella della palla d'avorio, come la lunghezza del piano inclinato ch'ei percorre, è verſo la ſua altezza.

Se ſi concepiſca *a p* (*Fig.* 14.) altezza del piano inclinato, come il diametro d'un circolo, e ſi prenda queſta linea per il prodotto della caduta perpendicolare in un tempo dato, la ſemicirconferenza di queſto circolo paſſerà per l'eſtremità di tutte le cadute oblique *b*, *g*, *h*, queſto metodo una volta che ſia inteſo, è più ſemplice per ſapere tutt'in un tratto la proporzione della caduta obliqua M L, M N ec. *Fig.* 15., con la caduta perpendicolare M P. Queſt'è un'abbrevizione della regola, che abbiamo data in prima; ed ella baſta, quando ſi conoſce l'inclinazione del piano.

Di quà ſegue la propoſizione generale, eſpreſſa in queſti termini: *Che un corpo impiega per diſcendere obliquamente per la corda (qual che ſieſi) d'un cerchio tanto tempo, quanto gliene biſognerebbe a cadere per lo diametro intero di queſto medeſimo cerchio poſto verticalmente.*

Ciò è dimoſtrato per le corde che partono dal punto M, *Figura* 15., da quello che ſi è detto circa *a b*, *a g* ec., *Figura* 14., e la medeſima prova milita per O P, Q P ſimili, poichè eſſendo parallele a M L, M N ec. ſono loro eguali in lunghezza ed inclinazione: una Eſperienza renderà queſta dimoſtrazione più facile a ben riceverſi.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La macchina, ch'è rappresentata con la *Figura* 16. è un gran circolo, il di cui diametro che ha circa 3. piedi e mezzo, è terminato da due fori, che ricevono successivamente un traguardo o regolo mobile B c, scavato in forma di grondaja, e che girando sul punto A, e sul punto B alternativamente, può misurare tutte le corde del circolo. Bisogna avere due palle di rame o di piombo, che abbian di diametro circa 6. linee; l'una delle quali si colloca in A, sotto una piccola tanagliuzza con molla D, che non lascia cader la palla, se non quando si tira il filo della linguetta. Allorchè si vuol disporre l'altra palla, a discendere per una corda che tenda al punto B, ivi si colloca il centro del regolo mobile, e si mette la palla sotto una tanagliuzza simile alla prima, ritenuta da un freno che scorre, e che si ferma dove si vuole col mezzo d'una vite E. Questo medesimo freno porta per di dietro una spezie di chiavetta, che abbraccia la circonferenza del gran circolo, e che serve a fissare il regolo a quel grado d'inclinazione che si desidera. Quando si vuol far discendere la seconda palla per una corda vegnente dal punto A, convien ivi mettere il regolo, ed una palla nella grondaja appuntino nel centro del moto di maniera ch'ella si scorga pel foro A. Si mette in quest'occhio un piccolo cilindro di legno, che si muove con libertà, e sopra 'l quale si posa l'altra

palla

palla, ritenuta dalla tanaglietta con molla; e allora la medesima pressione ferma le due palle, a cagione dell'interposizione del piccolo cilindro Un cursore, che sdrucciola sul regolo, termina la grondaja nel sito dove finisce la corda che si misura.

EFFETTI.

Essendo il regolo mobile collocato come B C, tosto che si tira il filo che attiensi alle due linguette, le due palle cadono nel tempo stesso, e si rincontrano in B; e questo effetto non varia quantunque la corda del circolo diventi più lunga o più corta, per lo cambiamento d'inclinazione del regolo: parimenti, se il regolo è collocato in A, le due palle arrivano nel medesimo tempo l'una in B, l'altra in F, a qualsivoglia distanza che F sia dal punto A nella circonferenza del circolo; lo che si riconosce, perchè la palla che colpisce l'ostacolo ch'è nella grondaja, e quella che tocca il punto B, non fanno sentire che un medesimo colpo.

SPIEGAZIONI.

Quello che detto abbiamo di sopra, ci dispensarebbe dallo spiegare questa Esperienza, se si è sofferta la fatica di gir dietro alle dimostrazioni; ma quando uno si contenti di sapere in generale, perchè un mobile in simil caso metta tanto tempo a fare una corta strada, quanto a farne una più lunga (il che sembra un paradosso) è d'uopo avvertir bene, che un corpo grave cadendo, non fa mai più di strada, che quando discende per-

pendicolarmente all' Orizonte; che al contrario non ne fa mai meno, di quando è ſopra un piano quaſi orizontale; poiche, ſe il regolo mobile foſſe diſpoſto come Bc, oppure Af, la palla non diſcenderebbe niente: e che perciò le linee deſcritte con la ſua caduta in un tempo determinato, devono eſſere tanto più corte, quanto ſono più all' Orizonte inclinate, o quanto più (ch' è l' iſteſſa coſa) ſi allontanano dalla direzion verticale.

APPLICAZIONI.

Poichè il piano inclinato è ſempre più lungo, che il piano verticale ad eguale altezza, è facil vedere che una ſcala, una erta o coſta ſoave, una ſcala dirizzata obliquamente, non menano ad una certa elevazione per la ſtrada, la più corta. Nulloſtante queſti mezzi ſon tutto dì traſcelti, e ſi preferiſcono a quelli, che potrebbono farci guadagnar tempo. Quando trattaſi: eſempigrazia, di arrivare per vettura a qualche luogo molto alto, o di far ire in ſu de' peſi grandi, come delle botti di vino che ſi traggono fuori da una cantina, o maſſi di pietra, che ſi conducono dal battello ſulla ſponda ec. ſi fa ciò quaſi ſempre per piani inclinati, ch' eſigono più tempo, che un' aſceſa più diritta: Vi ſarà dunque qualche ragione, che ci determina a perdere del tempo; imperocchè naturalmente i mezzi più pronti ſono quelli che maggiormente piacciono. E' veriſſimo, ella c' è; ſe il piano inclinato ritarda la velocità de' corpi che diſcendono, vi vuole meno di ſforzo per fermare la loro caduta: e quando ſono così ſoſtenuti, il lo-

ro

ro pesa è sempre più facile da vincersi, o sia che vogliasi tenerli in quiete, o che ci venga in acconcio di trasportarli da giù in su. Quando si scelgono così fatti piani per elevare de' corpi, per rallentare la loro caduta, il tempo che di più s'impiega non è dunque tanto una perdita, quanto uno scambio delle velocità in forza; la libertà di scegliere tra l'una e l'altra è d'un gran vantaggio nelle meccaniche. Noi potremo qui esaminare, quale proporzione vi sia tra la velocità che si prende, e la quantità di forza che uno è dispensato dall'impiegare sopra un mobile, quand'egli si fa discendere od ascendere per un piano inclinato; ma questa questione troverà naturalmente il suo luogo, quando tratteremo delle macchine che servono a mettere in opera il moto.

Se la velocità attuale d'un corpo che discende per un piano inclinato, è sempre minore che quella del medesimo corpo, che cadesse perpendicolarmente, è vero dire; che a ciascun punto della sua caduta obliqua, la velocità acquistata è eguale a quella ch'egli averebbe, se fosse caduto perpendicolarmente da una altezza simile: tutta la differenza che ci è, consiste in questo, che li bisogna più tempo per acquistare questa velocità con un moto obliquo, che con un moto diretto all'Orizonte.

Quando il mobile *A*, *Fig.* 17, è in *a*, ha dunque la libertà che avrebbe se fosse caduto direttamente da A in *a*, o da M in 1; quand'egli è in *b*, come se venisse da B per una linea che è eguale a M 2; ed al fine della caduta per *A a*, *a b*, *b* 3, la somma delle sue velocità acquistate è eguale a quella, che egli averebbe avuto cadendo ver-

ticalmente per M 3, lo che procede dall' essere l'altezza verticale di quest' ultima caduta, eguale a quella delle tre prime, prese insieme, ed all' essere l'accelerazione per il piano inclinato, proporzionale a quella d'una caduta verticale e libera.

Ora abbiam detto, che la caduta accelerata dà al mobile una forza capace di farlo risalire tant' alto quanto il luogo da cui è disceso; e però che questa accelerazione segue le stesse leggi sì nella caduta obliqua, come nella caduta perpendicolare all' orizonte, cotesta proposizione, la quale noi abbiam solamente enunziata, proverassi con far vedere mercè di esperienze, che un corpo rimonta quanto è disceso, in qualunque direzione che la sua caduta è la sua ascesa si facciano. Ma affine di provar tutto in uno stesso tempo, bisogna premettere alcune cose intorno alla discesa de' corpi gravi per le curve.

Detto già abbiamo altrove, che una linea curva debb' essere considerata, come percorrente molti piccoli piani inclinati fra essi, e quado si applichi successivamente a tutte queste parti diversamente inclinate, tutto quello che abbiam detto d' un solo piano, la cui inclinazione fosse uniforme, riuscirà facile di veder la cagione delle variazioni, che le diverse curvature fan nascere nel moto de' corpi gravi, sì da sù in giù, come da giù in sù.

Per ben ciò intendere, supponete che il quarto di circolo A E D, *Fig.* 18. sia composto di 4 linee rette: il mobile percorrendole sarà sostenuto sopra piani tanto più inclinati, quanto più egli s' avvicinerà al termine della sua caduta D, ed è evi-

evidente, dopo quanto abbiam detto di ſopra, che ſe l' effetto della quantità foſſe uniforme, egli metterebbe molto meno di tempo in percorrere la parte AB, che EC, CD, perchè queſta prima linea s' allontana molto meno che le altre dalla direzione verticale. Ma a cauſa dell' accellerazione, ſe il mobile ſi trova da C in D, ſopra un piano più inclinato, egli ha pure più di velocità acquiſtate; e ſendo che coteſta velocità attuale del mobile nel punto C, dipende dalle velocitadi particolari, che l' inclinazione delle altre parti gli ha permeſſo di prendere, ci ha tal curva, nella quale coteſte prime parti più approſſimantiſi alla direzion verticale, rendono più pronto il principio della caduta, e più grande la totale velocità: tal è la linea FGH, *Fig.* 19. che nomaſi cicloide, curva decantata in Geometria per lo gran numero, e per l' importanza delle ſue proprietà, e in Meccanica per l' uſo che ne fece il Sig. Hughens, quand'egli applicò le vibrazioni del pendulo agli orvoli.

Un mobile non diſcende dunque così preſto per un quarto di circolo, come per una cicloide; perchè il principio della curvatura nella prima delle dette due linee, più ſi ſcoſta dalla direzione verticale che nell' altra: ed i ritardi cagionati ſul fine dall' inclinazioue del piano, non ſono baſtevolmente compenſati dalle velocità precedentemente acquiſtate. Con queſta ragione ſi ſpiega un effetto, che pare ancor più ſtraordinario; ed è, che la diſceſa che faſſi per la corda la qual miſura l' arco di circolo, come HI, tuttochè più corta, e nulloſtante men pronta; lo che è contrario al pregiudizio in cui ſiamo, che la ſtrada

più corta sia sempre quella la quale dimanda meno di tempo: per verità questa differenza non è grande, e non è nè men sensibile quando le corde e gli archi sono piccoli.

Tempo è adesso di provare che i corpi risalgono alla medesima altezza da cui son discesi, qualunque direzione che abbiam avuta cadendo, e per qualunque spezie di linea che si conducano ascendendo.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Nel centro del gran circolo della macchina che adoperata abbiamo nell' antecedente esperienza; attaccasi un pendulo fatto d'un filo di seta, e d' una palla di piombo che può avere 7 od 8 linee di diametro, e si ferma e sostiene con viti il piede della macchina in maniera che il filo del pendulo in quiete sia parallelo alla linea A B. Bisogna avere due punteruoli di ferro, che si ficcano perpendicolarmente al piano del circolo l'uno ne' punti *c*, *d*, *Fig.* 20. e l'altro ne' punti *e*, *f*, g, successivamente.

EFFETTI.

Quando si lascia cadere il pendulo liberamente dal punto *b*, s'ei non incontra ostacoli, sollevasi fino in *g*; se incontra un punteruolo in *c*, ascende in *f*, e se il punteruolo è collocato in *d*, ascende in *e*; giudicasi facilmente del luogo do-

dove egli ascende, solchè si ponga in *e f*, e *g* una punta di ferro, ch'egli va a toccare.

SPIEGAZIONE.

La palla del pendulo, caduta da *b* in *b*, e non incontrando ostacolo, impiega la velocità ch'ella ha acquistata per la sua accelerazione, in un arco di cerchio, che ha il medesimo centro, che il primo arco da lei già descritto; la punta di ferro che poscia si trova nel punto *c*, oppur *d* diventa un nuovo punto fisso, attorno del quale ella impiega quanto ha di moto; e in vece di descrivere l'arco *b g*, risale per *b f*, o *b e*, secondo la lunghezza del raggio che le resta, dopo l'incontro della punta, o piuolo di ferro; ma quantunque ella risalga per archi molto differenti, è facil vedere, ch'ella arriva sempre alla medesima altezza, imperciocchè *d e f g* sono nella medesima linea.

Questa esperienza provarebbe troppo, se il centro della palla si elevasse puntualmente nella linea *d g*, perchè la resistenza dell'aria, ed alcuni piccioli sfregamenti inevitabili, gli fan perdere un poco della sua velocità: perciò si dee por mente, che quand'ella tocca il piuolo posto nel punto *e*, *f*, ovver *g*, vi manca tutto il suo semidiametro a far che il suo centro sia arrivato a questa altezza.

APPLICAZIONI.

Queſta eſperienza ci guida naturalmente a dir qualche coſa di quella ſpezie di moto, che *oſcillazione* ſi appella. L'uſo frequente, che di eſſo moto faſſi negli oriuoli, e la conneſſione ch'egli ha con la Fiſica, per li mezzi ſoliti adoprarſi per eſeguirlo, eſige che noi facciam conoſcere quel che più importa di ſaperne; ma riſtrignerci dobbiamo a quello che può all'eſperienza ſottometterſi, e perciò che è puramente matematico da noi rimettaſi il lettore agli ſcritti del Galileo, de' Sig. Hughens, Mairan, ec. ed agli eſtratti che ne ſono ſtati fatti.

Chiamaſi *oſcillazione*, o *vibrazione di pendulo*, il moto d'una palla di piombo, o di qualch'altro corpo equivalente, attaccata per un filo, o per una picciola verga di metallo, ad un punto fiſſo, attorno del quale ella deſcrive un arco, come nell'eſperienza teſtè ſpiegata.

Diſtinguonſi due ſorte di penduli; il ſemplice ed il compoſto. Il pendulo ſemplice ſarebbe quello, il cui filo di ſoſpenſione non aveſſe alcuna gravità, ed ove la palla non peſaſſe ſe non per un ſolo punto, come ſe per eſempio tutta la ſua gravità riſiedeſſe nel centro. Il pendulo compoſto, è quello che peſa per più punti della ſua lunghezza, come ſe per eſempio, la medeſima verga di ſoſpenſione portaſſe due palle, l'una al di ſopra dell'altra. Quando anche non ci aveſſe ſe non una palla attaccata alla medeſima verga, ſe queſta verga ha un peſo conſiderabile, o ſe la palla è grande (ch'è il caſo più ordinario in pra-

pratica) allora questo pendulo debb' essere considerato come composto, benchè l' uso porti di nomarlo semplice. Quello che quì sarem per dire in prima circa la teoria del pendulo, debbe intendersi del più semplice, cioè di quello, tutto il cui peso risiede nel punto *b* *Fig.* 20.

Quel punto di gravità che descrive gli archi, chiamasi *centro di oscillazione*, ed il punto *a*, attorno dal quale si muove, chiamasi *centro di Moto*.

Quando la palla del pendulo è condotta da *b* in *b* e lasciasi libera, la sua gravità che la sollecita discendere, ed il filo che la ritiene sempre in distanza eguale dal punto *a*, le fan descrivere l' arco *a b*; ma un corpo che discende così per uno o per più piani inclinati, acquista la medesima velocità ch' egli avrebbe, se fosse disceso perpendicolarmente dall' altezza *d b* del piano; egli continua dunque il suo moto risalendo in *g*, cioè ad una altezza eguale a quella donde è partito. Allora avendo consumata tutta la sua velocità, non può più passar oltre; ma non può nè meno rimanere in quiete, perchè il suo peso esige ch' egli discenda; e però che egli è nell' istesso caso, in cui era nel punto *b*, egli dee ritornare da *g* in *b*, e da *b* in *b*, e così di mano in mano per le altre vibrazioni: dal che si vede, che se alcun moto s' accosta al perpetuo, niuno meglio di quello d' un pendulo; poichè se si togliesse la resistenza del mezzo, le oscillazioni sarebbono sempre eguali, avendo la palla sempre in *b* velocitadi sufficienti per risalire all' altezza, da cui convien ch. ella discenda per ricuperarne di simiglianti.

Ciò benissimo si prova con la macchina che abbia-

abbiamo descritta nella *Fig.* 17. dell'quarta Lezione, adoprando un filo tenuissimo, e una palla di piombo di 7 in 8 linee di diametro; imperocchè così facendo, si riduce la resistenza dell'aria a pochissima cosa, e tutte le vibrazioni dividonsi in due archi sensibilmente eguali, nel punto più basso della caduta.

Abbiamo precedentemente veduto, che un mobile il quale discende per un arco di cerchio, fa la sua caduta un poco più presto, di quello che se cadesse per la corda di quest'arco, e più lentamente, che per una mezza-cicloide inversa; ma però che queste due curve si confondono nella lor parte inferiore D *; quantunque abbiano proprietadi differenti l'una dall'altra, è manifesto, che se il pendulo farà solo piccole vibrazioni, si potrà misurare il suo moto coll'arco ch'egli percorre. Si sa che vi è sempre una proporzione regolata tra un arco di circolo e la sua corda, di maniera che se l'una può essere un termine di comparazione per la misura delle vibrazioni, l'altra potrà pur divenir tale.

Ora provato abbiamo di sopra, che la caduta che fassi per la corda (quale che siasi) d'un circolo, dura tanto quanto la caduta perpendicolare per il diametro intiero del medesimo circolo; vi ha dunque una ragione o proporzione costante tra la durata d'una mezza vibrazione e il diametro del cerchio, di cui ella è l'arco, o sia la lunghezza del pendulo che n'è il raggio.

Il diametro *f 5*, *Fig.* 17. collocato che sia perpendicolarmente all'Orizonte, se è di tal altezza, che un mobile lo discenda in un secondo, il me-

* *Fig.* 19.

medeſimo mobile farà all'eſtremità del raggio M *b* delle mezze vibrazioni *b* 3, oppur 3 *c*, ciaſcuna delle quali durerà un ſecondo.

Ma ſe ſi accorcierà o ſi allungherà il pendulo; il diametro del circolo di cui egli è ſempre la metà, ſarà più corto o più lungo proporzionalmente; e però che è miſtieri di maggior tempo per diſcendere da una più grande altezza verticale, le vibrazioni dureranno eziandio più o meno, ſecondo che il raggio all'eſtremità del quale elle ſi faranno, ſarà metà d'un diametro di circolo più o meno grande.

Finalmente, quando il tempo d'una mezza vibrazione è una volta determinato, e ſi ſa dalla lunghezza del pendulo, a quale altezza perpendicolare ella corriſponde, è facil ſapere da quale altezza verticale caderebbe il mobile nel tempo d'una vibrazione intera; imperocchè facendoſi queſte due ſemi-vibrazioni in tempi eguali, e facendoſi l'accelerazione ſecondo i numeri impari, 1, 3, 5, ec. ſe la prima mezza-vibrazione ha durato un ſecondo, e corriſponda queſto tempo ad una diſceſa di 15. piedi, il ſecondo tempo ſimile produrrà conſecutivamente 3 volte 15, cioè 45 piedi; così la ſomma della diſceſa perpendicolare per due ſecondi ſarà di 60 piedi.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Togliesi il regolo mobile dalla macchina, che abbiam rappreſentata con la *Figura* 16. e vi ſi laſcia il pendulo come nell'eſperienza precedente.

te; ritiensi la palla ad una piccola altezza, come nel punto G, col mezzo d'una tanagliuzza, con molla, che fermasi alla circonferenza del circolo: si ritiene parimenti un'altra palla simile in A, e si aggiustano le linguelle in maniera, che tirando il medesimo filo, si faccian aprire nell' istesso tempo le due tanagliuzze. Il bastone, o braccio D H, che noi abbiam troncato nella figura, deve essere tanto lungo che su vi si possano misurare tre lunghezze eguali ad A B, al di sopra del punto A, per collocarvi la tanagliuzza e la palla.

EFFETTI.

1. Quando si fann'aprire le due tanagliuzze, la palla A, e quella del pendulo G partono nello stesso tempo, e s'incontrano in B.

2. Se si ripete l'esperienza, aumentando di molto l'arco del pendulo, s'osserva che la palla G arriva un poco più presto che l'altra in B.

3. Se si trasporti la tanagliuzza e la palla A all'estremità del bastone, in maniera ch'ella sia 4. volte più elevata, che il diametro A B; ripetendo così l'esperienza, giugne la palla A in B, quando il pendulo finisce la sua vibrazione, lo che si può facilmente osservare, con far battere il pendulo contro qualche ostacolo sonoro; che si porrà un po più basso del termine della sua vibrazione.

4. Se si faccian' oscillare due penduli della medesima lunghezza, come G, M *, e sieno i loro archi eguali, se partono nel medesimo tempo,

* *Fig. 16.*

Fig. 17.

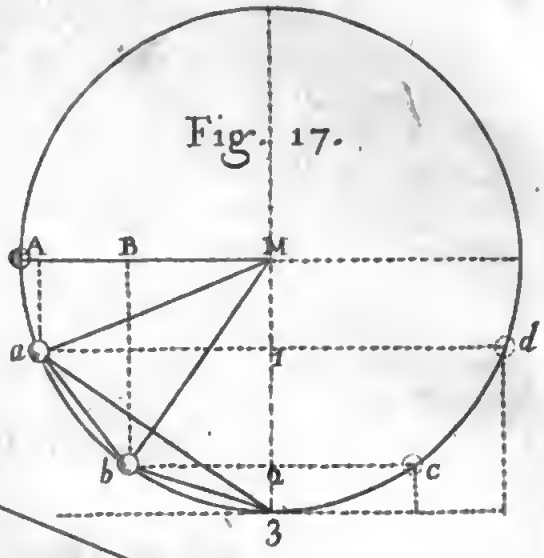


Fig. 14.

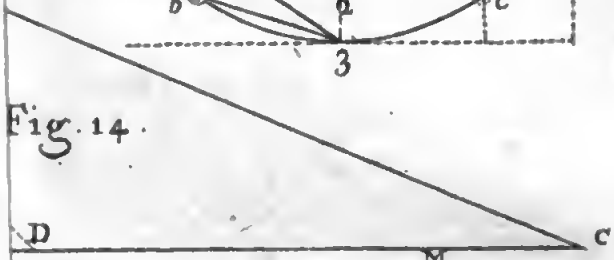


Fig. 15.

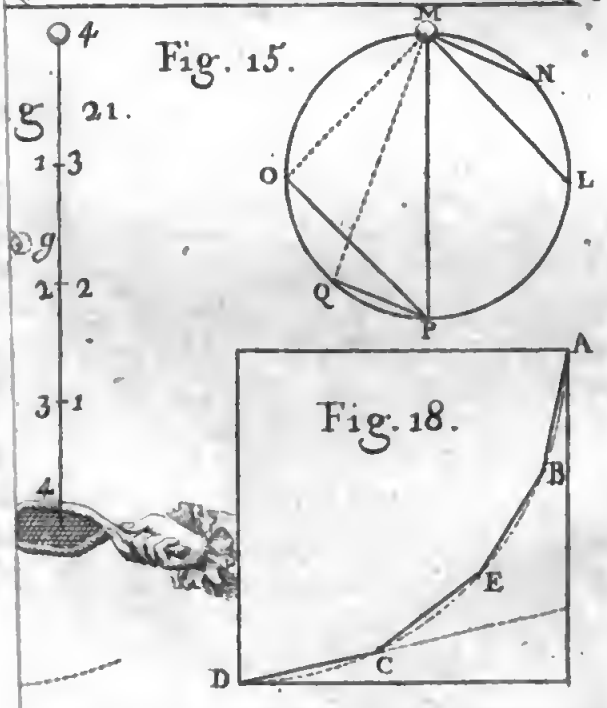


Fig. 18.

Digitized by Google

po, incontranſi ſempre inſieme rimpetto alla linea DB; ed al contrario ſe ſono di differenti lunghezze, come G, L, quand' anche partiſſero inſieme, il più corto precede l'altro.

SPIEGAZIONI.

Queſte eſperienze, ed i mezzi ch' adoprano per eſeguirle, ſono ſpiegate da tutto quello che abbiamo detto di ſopra intorno al pendulo, l'applicazione n'è così agevole a fare, che ſtimiamo coſa ſuperflua il fermarvici maggiormente.

APPLICAZIONI.

Si ſa, di quale importanza ſia la miſura del tempo, non ſolamente nella vita civile, per dar ordine alle noſtre azioni, e regolare i doveri della ſocietà; ma ancora nella maggior parte delle Scienze, particolarmente nella Aſtronomia e nella Fiſica, ove la durata degli effetti è bene ſpeſſo l'oggetto principale del noſtro ſtudio, ed il mezzo più accomodato a far eſattamente conoſcerne la cagione. Il pendulo, ſiccome raccoglieſi da cio che provato abbiam dianzi, è un iſtrumento, che meglio di tutti quelli, che altronde ci ſon noti, può miſurare parti di tempi eguali fra eſſe, e additarcene la quantità per mezzo del tempo e del numero delle ſue oſcillazioni: coloro che hanno fatta la ſcoperta, o che l'hanno felicemente a più uſi applicata, meritano qualunque applauſo.

Appena ebbe il Galileo trovate le proprietà del pen-

pendulo, che sentì l'avantaggio, che se ne potea raccorre; l'uso ch'egli medesimo ne fece per regolare le sue osservazioni, e le sue esperienze, gli procurò tale esattezza e precisione, che in altra guisa averebbe durata molta fatica a cogliere; e lo sollevò in qualche modo dal duro travaglio che avreobe potuto costargli questa invenzione.

Ma il pendulo, qual lo adoperava egli, non poteva misurare se non una quantità di tempo poco notabile, perchè la resistenza dell'aria diminuiva a poco a poco l'estensione delle oscillazioni, e le faceva finalmente cessare, se non si usava la diligenza di rinvigorire il moto. In oltre bisognava avvertire di contarle l'una dopo l'altra, per averne la somma; e questa suggezione rendeva in molte occasioni impraticabile questa nuova misura del tempo di maniera che il pendulo era allora un istrumento meramente da Filosofo, di cui non si poteva approfittare il comun degli uomini, che ognor preferiscono la facilità all'esattezza, quando l'una e l'altra non vanno assieme.

L'Hughens, dopo d'aver usata una fatica da' soli Geometri intesa, fece un'applicazione del pendulo, che può in pratica giovare a tutti; lo aggiunse agli oriuoli, per regolare il loro moto, e questa ingegnosa aggiunta ha avuto tanto buon esito, ed è stata sì generalmente ricevuta, che gli oriuoli da camera, indi hanno preso il nome di *penduli*.

Per poter intendere, come un pendulo renda più esatto un oriuolo, convien sapere, che queste sorte di strumenti sono rinvigorite da una molla, o da un peso, che mette in moto un certo numero di ruote, col mezzo delle quali gli stili, od aghi

segna.

ſegnatori percorrono le graduazioni della moſtra: ſe queſto moto non foſſe ritenuto da un qualche moderatore, ſarebbe troppo precipitato; e lo ſtilo che ſegna le ore, non potrebbe mai andare sì lentamente, che faceſſe due ſoli giri in 24. ore.

Ma ſe il moderatore è ſoggetto ad inegualità, o perchè egli ſteſſo le cagioni, o perchè ſi laſci dominare da quelle delle ruote, o della molla che l'avviva, il moto ſarà inegualmente moderato, e lo ſtilo non miſurerà in tempi eguali parti eguali della moſtra; ci ſaran dell'ore, che parranno più lunghe, o più corte del dovere.

A queſto moderatore, fin allora imperfetto, ſi è ſoſtituito il pendulo, ed ecco in qual modo.

Come che tutte le ruote s'infilzano reciprocamente, e non poſſono nè muoverſi nè fermarſi l'una ſenza l'altra, ſe l'una di queſte ruote anderà regolarmente, il moto comune di tutte l'altre ſarà regolare. Una di eſſe, che ſi chiamo *rocchetto*, o *ruota d'incontro*, non può girare ſe non quando un certo pezzo, che porta due alette, o coſa ſimile equivalente, levaſi per laſciar paſſare un de' ſuoi denti. Se dal paſſaggio d'un dente all'altro, ſcorrano ſempre tempi eguali, e ſia eſattamente diviſa la ruota, è manifeſto, che il moto di coteſta ruota, e quello di tutte le altre, colle quali ella comunica, ſarà perfettamente uniforme. A queſto pezzo adunque, che di *ſcoſtamento*, o d'*evitazione* appellar ſi può, ſi è adattato il pendulo, acciocchè le ſue vibrazioni, la durata delle quali è ſempre eguale, rettificaſſero le piccole irregolaritadi, che poſſono provenire dal lavoro e dall'azion delle ruote, o della molla.

Abbiam detto, che le oſcillazioni che ſi fanno

per gli archi del medesimo circolo, non sono d'una perfettamente egual durazione, quando cotesti archi sono più grandi gli uni che gli altri, quantunque questa differenza sia molto picciola, e si possa trascurarla, quando trattasi di un tempo poco notabile, tuttavolta dopo un gran numero d' oscillazioni, tai picciole quantità moltiplicate farebbono una somma sensibile; e questa cagion d' errori s' è ben conosciuta dall' Ugenio, il quale previde, che col tempo le ruote d' un oriuolo si sporcherebbono, gli olj si addenserebbono, gli sfregamenti potrebbon crescere, in somma che il moto verrebbe a rallentarsi, e che il pendulo destinato da prima a far le oscillazioni d' una certa grandezza, le farebbe in appresso più corte. Quindi fu egli mosso a rintracciare una curva d' oscillazione, nella quale fosse indifferente assolutamente, che dal pendulo si misurassero grandi o piccioli archi. La riuscita delle sue ricerche, nelle quali pigliarono parte molti altri uomini dotti, fu così felice come curioso era il loro oggetto, e di momento per la Geometria; Egli trovò che la cicloide aveva la proprietà da lui cercata, e la sostituì al circolo, mettendo nel centro del moto del pendulo, una porzione di questa curva, attorno della quale il filo che sospendeva la verga, poteva avvolgersi. Ma come abbiam fatto vedere colla *Figura* 19. il circolo e la cicloide si confondono nella parte inferiore; le oscillazioni si fanno del pari esattamente nel circolo, se elleno hanno poca estensione; e a questo metodo si sono appigliati dipoi gli artefici d' oriuoli, per evitare una certa flessibilità, che conveniva dar alla verga nella sua parte superiore, per ubbidir alla porzione di cicloide, che

dove-

doveva determinare la natura del ſuo moto.

Ma ſe la Geometria ha ſomminiſtrati de' mezzi per rendere le vibrazioni ſempre eguali nella loro durata, mercè la natura, o la quantità della curva, nella quale eſſe ſi fanno; vi ha delle cauſe fiſiche, che ſpeſſo vi apportan diſordine, per le alterazioni, che ne provengono alla lunghezza del pendulo.

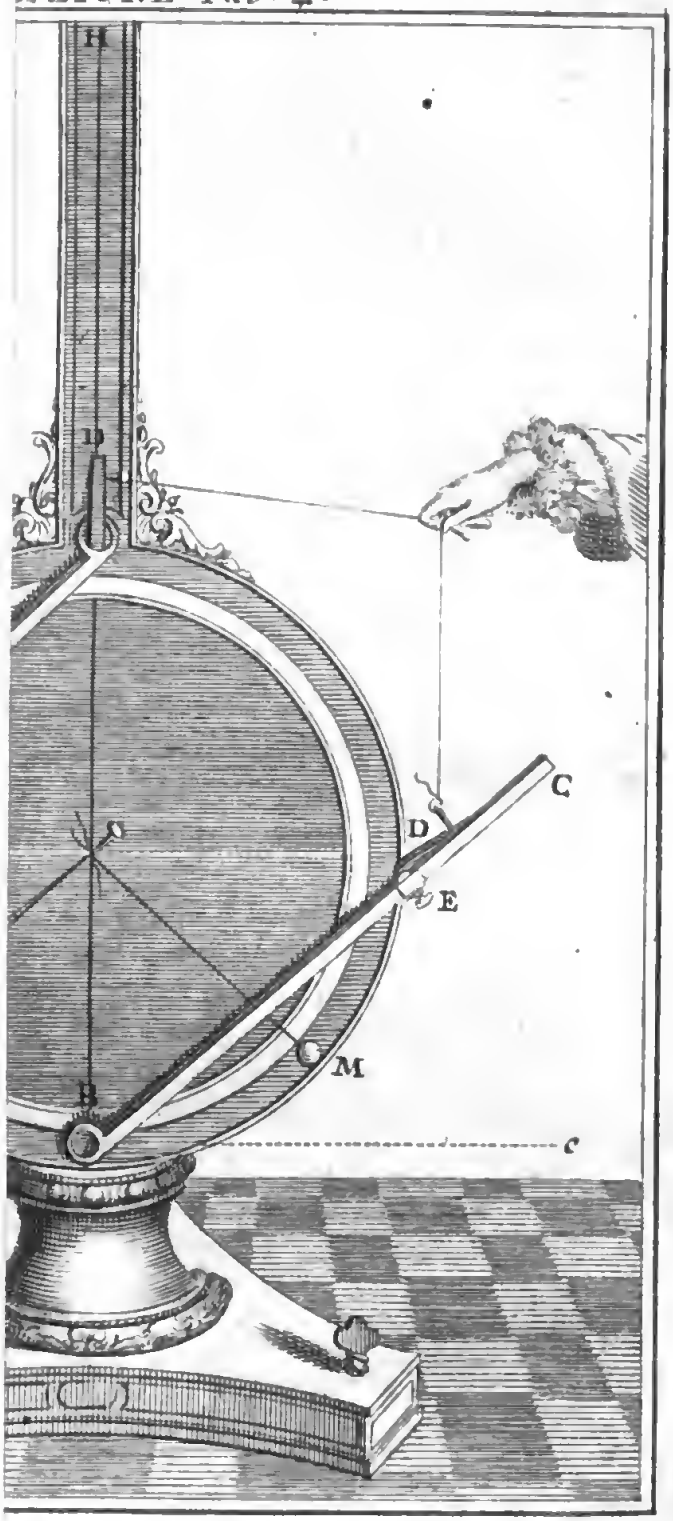
Eſſendo di meſtieri, che il pendulo domini e regna il pezzo principale, che ſerve allo *ſcanſamento*, non ſi può ſoſpendere la palla, o la lente che fa le vibrazioni, con un filo tenue e fleſſibile; s' adopra ordinariamente una verga d' acciaio, che ha circa una mezza linea di groſſezza, e tre o quattro linee di larghezza. Queſte due dimenſioni, maſſimamente la ſua lunghezza, non ſono coſtanti ſuorchè in una temperatura perfettamente eguale; imperocchè dal più gran freddo al più gran caldo, un pendulo diviene ſenſibilmente più o meno lungo, per la dilatazione, o per la condenſazione del metallo, come lo farem vedere, parlando degli effetti del fuoco. Le oſcillazioni, per queſta ſola cagione, ſaranno dunque più lente nella ſtate che nel verno; il medeſimo orologio avanzerà e ritarderà ſecondo le differenti ſtagioni, o gli ſtati differenti dell'aria, nella quale egli è.

Avendo i Fiſici ſoſpettato un ſimile effetto, furono rilenti a decidere, ſul fatto dell' oſſervazione di M. Richer, che noi abbiamo più ſopra toccata; molti credettero, che il ritardo del pendulo, attribuito da lui alla gravità o peſo più diminuito per la forza centrifuga verſo l' Equatore, dov' egli oſſervò tale effetto, che in Francia, pro-

veniſſe dal calore del clima, che aveva allungato il pendulo, o diminuita la denſità del mezzo; ma le ſperienze, che ſono ſtate fatte di poi con grande accuratezza da più perſone intendentiſſime, e maſſimamente dagli Academici, che ſono andati per ordine del Re altri ſotto 'l cerchio polare, altri all'Equatore, per toglier le miſure de' gradi, che debbon determinare, e certificare la figura della Terra; cotefte ſperienze, dico fan conoſcere evidentemente, che non la temperatura del clima, ma la ſua poſizione, fu che obbligò M. Richer ad accorciare il ſuo pendulo, perchè lo ſtato dell' aria alla Caienna non è tanto dalla temperatura di quello che abbiamo a Parigi, diverſo, ſe riguadaſi la correzione che convien fare al pendulo. Imperocchè, ſecondo M. de Mairan (*a*), di cui è nota la perſpicacia e l' eſattezza, al più ſemplice pendulo che ſi poſſa eſeguire, come una palla di metallo d'un pollice di diametro, ſoſpeſa ad un filo d'ottone, debbe avere, per battere i ſecondi a Parigi, 3 piedi, 8 linee, e $\frac{17}{30}$ di linea, a contare dal centro d'oſcillazione ſino a quello del moto; e da tutte le ſperienze fatteſi in diverſi tempi e da diverſe perſone, riſulta coſtantemente, che un tal pendulo ſarebbe troppo lungo di due linee e più, per battere i ſecondi ne' climi vicini all'Equatore: differenza troppo grande, e da non poterſi attribuire alla temperatura del luogo; imperocchè la ſperienza fa vedere (*b*), che un calore eguale a quello dell' acqua bollente, non allunga ſe non d'un terzo di linea una verghetta di ferro di tre piedi

S li-

(*a*) Mem. de l'Acad. des Scienc. 1735. p. 203.
(*b*) Ibid. 1735. pag. 214.


H
D
C
D
E
M
B
c

8 linee e mezza, quale viene adoprata per il pendulo.

Per dare al pendulo tutta la perfezione ch' egli merita, hanno i Fisici pensato di contrapporre a se medesima la cagione, che ne fa varia la lunghezza: la dilatazione allungando il filo, fa discendere troppo giù il centro d' oscillazione; questo disordine non sarà più disordine, se qualche altro pezzo dilattato dallo stesso calore e nel medesimo tempo, opererà per contrario verso, e con tal proporzione, che l' allungamento del filo non abbia il suo effetto; perciò si sono inventati più mezzi, che hanno benissimo riuscito. Il Sig. Giuliano *le Roi*, che unisce alla perizia di valentissimo artefice, le cognizioni fisiche, e non perde di vista cosa alcuna di ciò che può perfezionare l' arte dell' orivolaio, ne ha proposto ed eseguito uno, la cui riuscita è convalidata dall' esperienza di più anni. Ed in ultimo luogo M. Cassini diede all' Academia il progetto d' un altro, che fu molto applaudito, perchè è più comodo a praticarsi, che la maggior parte di quelli che sono fin ora noti, ed è nè più nè meno esatto. Ma essendo che il male, ed il rimedio di cui favelliamo, hanno la loro sorgente comune, nella dilatazione più o meno grande de' metalli rimettiamo quello che se ne dovrebbe dire, alla Lezione, che tratta del Fuoco, e degli effetti del calore sovra i corpi.

ARTICOLO II.

Del Moto de' Corpi cagionato dalla gravità, e da una forza attiva ed uniforme.

Cotesta forza, che noi supponiamo adoperare in un con la gravità sul medesimo mobile, si chiama ordinariamente, *Forza projettile*; tale è lo sforzo del braccio, che gitta una pietra, o quello della polvere che caccia una bomba.

Determinato che sia questo movimento dal Motore, ei continuerebbe uniformemente, se la resistenza de' mezzi, gli sfregamenti ec. non ci ponessero ostacolo, benchè ciò sia inevitabile nello stato naturale, tuttavolta per ora ne prescinderemo, perchè con maggiore semplicità e facilità, daransi a conoscere quello che seguirebbe, se questi ostacoli non ci fossero, di quello che si possa dire esattamente ciò che di fatto segue, quando ci sono.

Quando un colpo di racchetta, *Figura*, 21., o qualch' altra impulsione, determina una palla ad alzarsi da giù in sù perpendicolarmente all' Orizonte, ella le imprime una forza direttamente opposta alla gravità, il moto del mobile sarà dunque l' effetto della forza proiettile, meno quello della gravità; cioè, che se la prima è capace di produrre un' ascesa di 60 piedi ogni secondo, postochè l' altra operi una caduta di 15 piedi in

egual

egual tempo, l'elevazion della palla ſi ridurrà a 45 piedi per il primo ſecondo. Nel ſecondo ſeguente, avendo la gravità tre volte più d'effetto che nel primo, cagionerà un calo di 45 piedi ſopra li 60, che la palla avrebbe fatti in virtù della forza proiettile, che adopera uniformamente; perciò ella non ſi ſolleverà, ſe non 15 piedi, dopo di che ceſſerà di aſcendere, perchè allora la gravità ha dell'avantaggio ſopra la forza projettile; queſta dà ſempre al mobile una velocità di 60 piedi ogni ſecondo; quella nel terzo tempo gli dà una velocità di 5 volte 15, cioè di 75 piedi per un verſo contrario. Avviene dunque in ſimil caſo, quello che noi abbiam moſtrato, che avvenirebbe ad un corpo, il quale riſaliſſe in virtù delle velocità acquiſtate con la ſua caduta accelerata *

Dirigiamo adeſſo la forza proiettile orizontalmente, e ſupponendola ſempre uniforme, dividiamo il ſuo effetto totale F G, *Figura* 22., in quattro parti eguali, che rappreſentano tanti inſtanti ſimili. Se il mobile F, nel primo tempo, diſcende la quantità 1 *a* in virtù del ſuo peſo, nel tempo ſeguente la medeſima cauſa operando tre volte più lo farà cadere la quantità *b c*, che aggiunta al prodotto della prima caduta, darà 2 *c*; aggiungendo parimenti a queſt'ultima quantità 3 *d*, l'effetto del terzo tempo *d e*, ed a queſta ſomma 3 *e*, il prodotto del quarto tempo *f g*, ſi averà una ſerie o mano di punti F *a c e g*, che formeranno una ſpecie di curva, da Geometri chiamata *Parabola*.

Toltone la direzione perpendicolare all'Orizon-

* I. Sezion. VI. Eſperien. Fig. 12.

te, si fa sempre il moto composto di queste due forze (la *projettile*, e quella della *gravità*) sensibilmente in cotesta curva, che *Parabola* abbiam nominata, qualunque sia la direzione in cui metta la forza projettile, purchè ella sia uniforme, e la forza della gravità adoperi sul mobile nel medesimo tempo. La sola differenza consiste nell' *ampiezza*, che è più o meno grande, come H *g*, ovvero H *i*.

Supponendo, per esempio, che il mobile M, *Figura* 23., tenda direttamente al punto P per una forza projettile, se si torranno da questa forza, per una seguela d'instanti eguali, altrettante parti ch'esprimano gli effetti della gravità, crescendo fra esse come il quadrato de' tempi: cioè, che dopo il secondo tempo ella abbia perduto 4 volte più che dopo il primo, nel fine del terzo 9 volte d'avantaggio ec. l'estremità di tutte coteste linee, ch'esprimono i ritardi causati nella forza projettile dalla gravità, darà la curva M *r q*, cioè due semi-parabole simili a quella della *Figura* 22. che si congiungono nella sommità *r*.

Prima che metter ciò in Esperienza, è opportuno d'avvertire, che non si debba aspettar effetti perfettamente conformi alla teoria; li Geometri enunzian le cose con esatto rigore, perchè basta solo, che suppongano gli elementi ch'entrar debbono ne' loro calcoli; ma quando bisogna che la Fisica vi s'intrametta, v'è quasi sempre da battere qualche cosa, perchè si ha per lo più supposto troppo, o troppo poco; la forza projettile, e la gravità, non possono produrre insieme un moto veramente parabolico, se non quando, elleno non soffrono alterazione veruna; quando, esempigrazia,

zia, la prima è sempre uniformemente uguale in tutti gl'instanti, e la seconda è sempre appuntino accellerata secondo la progressione da noi stabilita; e ciò non succede già nello stato naturale, a cagione della resistenza dell'aria, che ritarda l'una e l'altra, e le ritarda irregolarmente.

Vi sarebbe qualch'altra cosa da dire, ponendo mente che la direzione della gravità non è parallela a sè stessa, cioè, che tutte le linee perpendicolari all'Orizonte, per l'estremità delle quali il mobile passa per descrivere la curva F*aceg*, non sono parallele, come si suppone: poichè tendono tutte al centro della terra; ma la forza projettile che noi siam capaci d'imprimere ad un corpo, ha sì poca estensione, che questa cagione ha solo luogo nel rigore geometrico, e non produce alcun effetto sensibile.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONI.

La *Figura* 24. rappresenta una cunetta più lunga che larga, la quale porta sopra uno de' suoi lati grandi un piano verticale, sopra uno de' piccoli, un grosso tubo di vetro basso del quale è una spezie di cocchiume, la cui chiave porta in qualunque sorta di direzione la piccola sboccatura A che si apre, girando un'altra chiavetta B; mettesi del mercurio nel tubo fino ad una altezza convenevole; e il cocchiume è forato in tal guisa, che gli sfregamenti son diminuiti più ch' è possibile.

EF.

EFFETTI.

1. Se la sboccatura sarà verticale, allorchè si lascia fuggire il mercurio, succederà un piccolo getto nella direzione medesima verticale, il quale alzatosi un po' men alto della superficie superiore della doccia C, ricade sopra sè stesso, e si spande come i getti d'acqua che veggonsi ne' giardini.

2. Quando si darà alla sboccatura la direzione orizontale AD, ed il mercurio sarà ad una altezza convenevole nel tubo, il getto si farà in faccia alla parabola AED,

3. Quando la sboccatura sarà obliqua, come nella direzione AF, od AG, il getto descriverà l'una o l'altra delle parabole AIK, od ALM.

SPIEGAZIONE.

Quando il mercurio esce per la sboccatura, vien egli spinto da una forza progettile, che gli provien dalla gravità di quello che è nel tubo; e questa forza può essere considerata come uniforme, se il gitto dura poco, e la superficie C del serbatojo o condotto non s'abbassa sensibilmente. Il mercurio si solleva sin a tanto, che la sua gravità che convien vincere, abbia consumato intieramente la sua forza progettile; e quest' effetto succede avanti che egli arrivi all'altezza della superficie C, perchè gli sfregamenti e la resistenza del mezzo, indeboliscono un poco quella forza che lo fa ascendere.

Quan-

Quando il gitto di mercurio ſcatta in una direzione orizontale, continuarebbe nella medeſima linea, ſe ubbidiſſe ſolo alla forza che fuori lo ſpigne; ma dacchè è uſcito, la gravità ſe ne impoſſeſſa anch'ella, e la ſua azione che creſce come i numeri impari 1, 3, 5, ec. fa vedere occularmente quello che abbiamo ſuppoſto nella *Fig.* 22.

Finalmente ſi può dire la ſteſſa coſa della linea che il mercurio deſcrive, allorchè sfugge per A F, od A G: la ſua gravità non gli permette di continuare in eſſa linea il ſuo moto; ma ne lo ſcoſta per quantitadi conformi alle leggi della ſua accelerazione, e la linea ch'egli fa è ſenſibilmente una parabola, perchè verſo il fine, quando la reſiſtenza dell'aria fa più d'oſtacolo, il getto eſpandendoſi diventa più largo, a la parte ſuperiore non eſſe quaſi punto dalla parabola geometrica, ch'è diſegnata ſul piano.

Si può qua pur chiamare in prova le Sperienze ſopra il Moto compoſto, ove abbiam fatto entrare la gravità per una delle potenze componenti; tali ſono quelle che rappreſentate abbiamo colle *Figure* 11. e 13. Imperocchè nell'una e nell'altra, la curva che col ſuo moto il mobile deſcrive, e che allora non abbiam nominata, è anch'eſſa una parabola, come veder ſi può, applicandovi le regole, che di ſopra abbiam poſte.

APPLICAZIONI.

Tutta la *balliſtica*, cioè quella parte dell'artiglieria, che conſiſte in miſure con eſattezza il gitto

gitto d'un corpo pesante, come una bomba, una palla di cannone ec. consiste nella combinazione che convien fare della forza progettile, e della gravità del mobile. Si concepisce facilmente dalla sola inspezione delle *Figure* 22. e 23., che regolata una volta che sia la direzione d'una palla di cannone o d'una bomba, l'amplitudine H*g* od M*q*, è tanto maggiore, con quanto più di velocità il mobile è sospinto, imperocchè, se potesse percorrere nel primo instante tutta la distanza che v'è tra le due parallele FH, G*g*, od MC, P*q*, la parabola passerebbe al punto K, e non differirebbe molto da una linea retta: così un mortaio con certa inclinazione, caccia tanto più lontana la bomba, quanto più di velocità la forza progettile imprime; ma questa forza progettile viene dall'esplosione della polvere, ed è cosa difficilissima stimare con accuratezza il valore di tale impulsione. Ella dipende principalmente dalla qualità della polvere, e dalla quantità che s'infiamma di essa polvere; imperciocchè non è da credere, che il fuoco prenda per tutto, avanti che sfugga la palla: l'Esperienza ha dimostrato, che una buona parte della polvere onde il pezzo è caricato, è perduta per non aver preso fuoco, come il resto; quindi si vede, che una delle quantità più essenziali da conoscersi, per giudicare il moto d'una bomba, è soggetta a molta variazione *; e perciò quantunque si richiegga con ragione, che gli ufiziali d'artiglieria sieno bene istruiti de' principj, si hanno più ragioni ancora per volere, che sieno ben esercitati nelle Scuole, a tal fine instituite.

LE-

* Mem. de l'academ. des Scienc. 1716. p. 79.

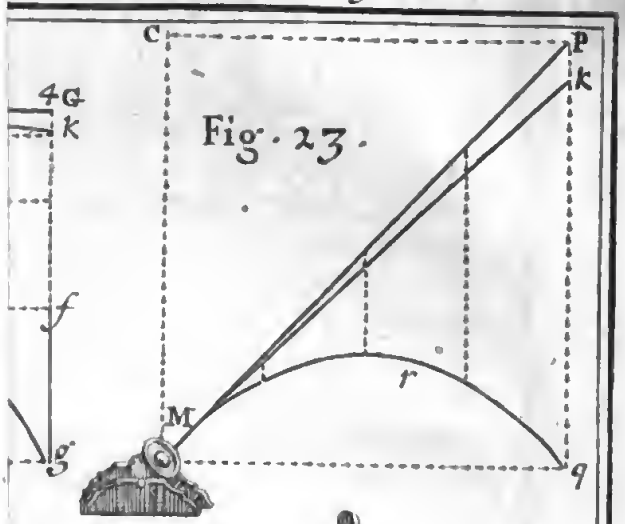
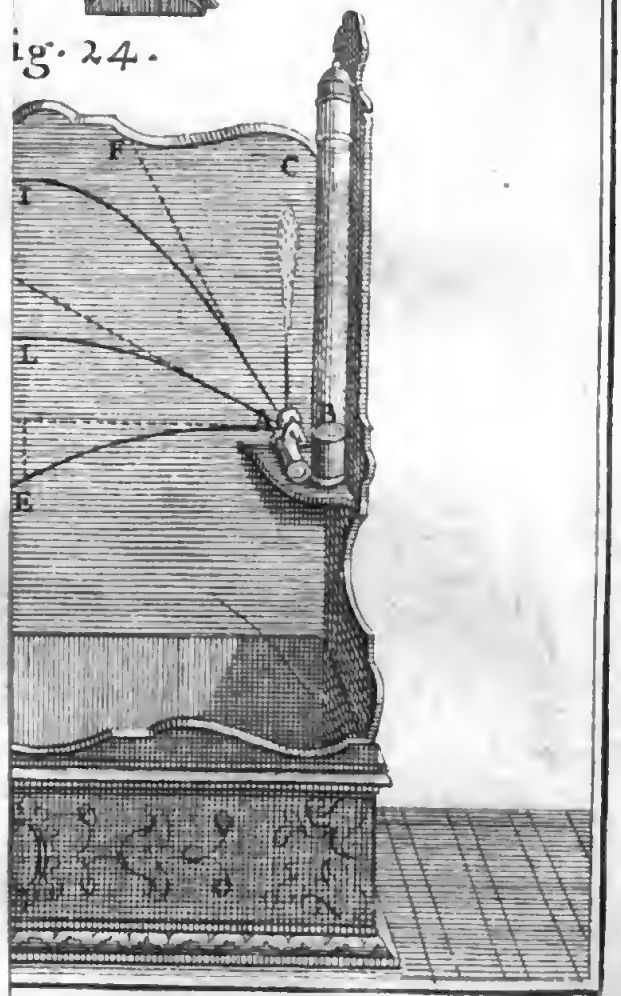


Fig. 23.



ig. 24.

LEZIONE SETTIMA

Sopra l'Idroſtatica.

CHiamaſi *Idroſtatica* la Scienza che ha per oggetto, il peſo e l'equilibrio de' Liquori. Quantunque la gravità di queſti corpi ſia la ſteſſa che quella degli altri, e ſoggiaccia alle medeſime leggi, da noi inſegnate nella Lezion precedente, lo ſtato nondimeno di liquidità dà luogo a' fenomeni particolari, che importa di conoſcere, e che meritano d'eſſere ſeparatamente trattati.

Archimede tra gli antichi Filoſofi, è quegli che pare abbia fatto più progreſſo, ch'altri in queſto ſtudio; a lui ancora in oggi ſi dà l'onore, d'aver trovata la maniera ingegnoſa, onde ſcoperſe che una corona d'oro non era al grado o ſaggio a cui doveva eſſere; e fu di peſarla nell'acqua. Tra i moderni, il Galileo, i Torricelli, Paſcale, Carteſio, Guglielmini; e in queſti ultimi tempi M. Mariotte, hanno aggiunte molte belle cognizioni alle paſſate; e le loro eſperienze convincenti e curioſe, ci hanno addeſtrati a ſapere quello, che aſpettar o temer dobbiamo dalla forza dell'acque, che operano col loro peſo; e come poſſiam rivolgerla a noſtra utilità, impiegandola col mezzo delle macchine idrauliche.

I liquori, ſecondo l'idea che n'abbiamo data nella noſtra prima Lezione, ſono materie, le molecu-

lecule delle quali, in estremo picciole e mobili, non hanno fra esse una molto sensibile coerenza; così che ciascheduna ubbidisce liberamente al suo proprio peso, al contrario de' corpi solidi, le cui parti legate e aderescenti le une alle altre, resistono più o meno gagliardamente alla loro separazione, si muovono tutte insieme, ed esercitano in comune la lor gravità,

Non cerchiam noi qui le cagioni della liquidità, nè le diverse proprietadi, convenienti a questo stato de' corpi: tali quistioni troveranno il loro luogo in progresso. Per ora s' ha a trattar solamente della maniera onde i liquori pesano; e postochè tutto quello ch' è liquido, non è tale egualmente, giova avvertire, che ciò ch' esigono le leggi dell' Idrostatica, tanto meno puntualmente s' eseguisce, quanto più i corpi s' allontanano dalla perfetta liquidità. L' acqua e l' olio si spandono, se i loro vasi vengono a frangersi; ma l' effusione intiera dell' olio è più lenta

I fluidi, le parti de' quali sono così sottili, così mobili come quelle de' liquori, hanno con essi le proprietadi istesse; ma le sono composti di molecule grossolane, e capaci di avvinchiarsi fortemente l' une coll' altre, la lor gravità ha degli effetti un po' differenti: l' aria così puntualmente come l' acqua, prende la forma del vase che la contiene; ma il fumo non si spande all' istessa maniera, nè con eguale prontezza nel luogo dov' egli è.

Per formarsi della gravità de' liquori, o de' fluidi un' idea adequata, che faciliti l' intelligenza de' fenomeni, che abbiam da spiegare, e mestieri considerare le materie, che sono in questo

stato,

ſtato come un aduuamento di piccioli corpi ſolidi, duriſſimi; indipendenti gli uni dagli altri, peſanti ſeparatamente, ed a proporzione delle loro piccole maſſe. Ma una coſa ſopra tutto, che non dee mai traſandare, ſi è l'eſtrema picciollezza di coteſte molecule, che non ſol le rende impalpabili, ma che le toglie agli occhj più penetrativi ed acuti, quand'anche ſon armati de' più perfetti microſcopj. Da queſt' ultima qualità, principalmente dipendono gli effetti più ſingolari dell'idroſtatica, quelli la cui ſpiegazione ſtenta a conciliarſi con una dimoſtrazione rigoroſa.

Comprenderemo in tre Sezioni quello, che ci occorre di dire intorno all'Idroſtatica. Nella prima eſamineremo, in qual modo s' eſercita la gravità d'un liquore di parti omogenee, o conſiderate come tali; nella ſeconda faremo vedere, come relativamente adoperano fra loro più liquori di denſità differenti; e nella terza paragoneremmo i corpi ſolidi co' liquori, immergendoveli.

PRI-

PRIMA SEZIONE.

Della Gravità, e dell'Equilibrio de' Liquori, le parti de' quali ſono omogenee.

SEcondo l'idea che fatta ci abbiamo de' liquori, quelli che ſono omogenei, compoſti ſono di particelle, le quali ſono ſimili, così nella figura, come nella grandezza e nel peſo; una certa quantità d'acqua, per eſempio, ſarà dunque un adunamento di piccoli corpi mobili, i quali averanno forze eguali per muoverſi dall'alto al baſſo; poſti tai principj, ſi può dare per certe le propoſizioni ſeguenti.

PRIMA PROPOSIZIONE.

I Liquori peſano, non ſolamente quanto alla loro maſſa totale, ma ancora in sè ſteſſi, cioè quanto alle parti che li compongono.

La prima parte di queſta Propoſizione non ha biſogno d'altra prova, che della giornaliera Eſperienza; quando accoſtando un bicchiere pieno di acqua o di vino alla bocca ſentiamo ch'egli peſa più, che ſe ſarà vuoto. Che forſe avvenir potrebb' egli, che una ſomma di piccioli corpi peſanti non aveſſe peſo?

L'altra

L'altra parte è una neceſſaria ſequela della prima, e non pare che più di quella abbia queſta biſogno d'eſſere provata. Imperocchè, ſe la maſſa totale peſa, donde venir le può mai coteſto peſo, ſe non ſe dalle parti materiali che la compongono? Nulladimeno i più de' Fiſici ſi fermano a ragionare ſopra di ciò, e a formar de' dubbj, perchè alcuni ſi ſon trovati, i quali hanno preteſo, che i liquidi non penſino *nel loro proprio elemento*. Ma per queſta eſpreſſione, volevan eglino dire, che le parti d'un liquore non peſano nella maſſa ch'elleno compongono; che non hanno gravità aſſoluta? Oppur ſolamente, ch'elleno ſono fra eſſe in equilibrio? Se queſt'ultimo è il ſenſo, ch'eſſi affiggono alla loro propoſizione, egli è lo ſteſſo, che azzuffarſi con un fantaſma, metterſi a provare che una certa quantità d'acqua, per eſempio, è ancor peſante quando è meſcolata con altr'acqua, ovvero ch'ella contribuiſce al peſo della maſſa, di cui è parte. Comunque ciò ſia, eccone la prova nella ſeguente Eſperienza.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Figura* 1. rappreſenta un'aſta di bilancia, che tiene in equilibrio in un vaſe pieno d'acqua, una piccola caraffa di vetro aſſai groſſa, vuota, e otturata.

EFFETTI.

Subito che ſi diſtura la caraffa, s'empie d'acqua, e va al fondo del vaſe.

SPIEGAZIONI.

Ognun sa che di due corpi attaccati alle braccia d'una bilancia, quello che trasporta l'altro ha più di peso; se la caraffa riempiendosi d'acqua, trasporta il bacino che la sosteneva in equilibrio, la cagion'è, perchè quest'acqua la rende più pesante di quel ch'ella era, e per prova che l'aumentazione del suo peso, non è altro, che quello dell'acqua ch'ella riceve, basta rimettere l'equilibrio, aggiungendo del peso nel bacino opposto; questo peso aggiunto sarà eguale a quello d'una pari quantità d'acqua pesata fuori della massa, di cui ella è parte; lo che ben fa vedere, a chiunque volesse dubitarne, che una certa quantità di liquore ha sempre la sua gravità assoluta, e quando fa parte d'una maggior massa dello stesso liquore, e quando ella si prende separatamente.

APPLICAZIONI.

Innumerabili esempj ci mettono tutto di sotto degli occhi, degli effetti simili a quello, che veduto abbiam poc'anzi nel precedente esempio. In quella guisa, che una caraffa diventa più pesante per l'acqua che la riempie, quando vien disturata, così una secchia che galleggia, od una barca, affondano e si perdono, quando si fa in esse qualche screpolo, per cui ammetton l'acqua La materia che compone queste sorte di vasi, è d'ordinario più pesante che il fluido, che li sostiene: che s' egli può introdurvisi, e riempire

le

le loro capacità, il tutto insieme fa una massa, il peso della quale eccede quello d'un egual volume d'acqua; e per questa ragione il vase cade al fondo.

I corpi porosi o spongiosi, che si lasciano per qualche tempo esposti all'aria umida; come i legni, le pietre tenere, la terra stessa; non ricevono forse maggior peso? ed all'incontro, non perdon eglino, all'aria più asciutta, una parte del loro peso, con perdere della loro umidità? Coloro che vendono a peso merci succettibili del secco e dell'umido, come sarebbe il tabaco, l'indigo, il zucchero ec. procurano di tenerle in luoghi freschi, per impedire o per riparare un' evaporazione che lor causerebbe un decadimento reale.

L'uso ha già prevalso di conservare nell'acqua i legni che si destinano alla costruzione de' vascelli. Quando si sono gittati nel ricettacolo d'acque, veggonsi a prima giunta galleggiare, ma a poco a poco affondano, e restano ascosi sotto la superficie dell'acqua: perchè cotesto liquido col tempo li penetra, o sia ch' egli riempia de' vacui, o che prenda il luogo d'altre materie più leggiere che cedono al suo sforzo, ed allora il pezzo composto di legno e d'acqua, pareggia o supera eziandio nel peso il liquido, che lo attornia: imperocchè è un fatto costante, che le parti proprie del legno il più leggiero pesano più che l'acqua. Il soghero stesso non galleggia più, quando essendo stato macerato per lungo tempo; le sue parti si disuniscono; e non compongono più, come all'ordinario, un volume, dove ci è molto più di vuoto che di solido.

L'acqua che penetra i corpi, aggiugne dunque al loro peso, in qualità di liquore pesante, non solo quando cotesti corpi sono fuori di esso, ma anche allora che vi sono intieramente tuffati: e ciò perchè le parti de' liquidi, come quelle degli altri corpi, sono piccole porzioni di materia, ed ogni materia è pesante.

II. PROPOSIZIONE.

Le parti d'un medesimo liquore esercitano la loro gravità, indipendentemente le une dall'altre.

Questa proprietà a lor proviene dal non avere coerenza sensibile, da poter separarsi quasi senza sforzo, tutt'all'opposto de' corpi solidi, le parti de' quali sono legate, aderenti e difficili a disunire. Se si vuole portar via una pietra, od un pezzo di legno, per qualunque parte ch' egli s' afferri si sostiene tutta la sua massa; e però è cosa naturale che se ne senta anche tutto il peso: ma se si metta l'estremità d'un dito sotto 'l fondo d'un vase forato, e pieno di liquore, per fermarne lo spargimento, basta vincere il peso della colonna che corrisponde perpendicolarmente al foro; imperocchè qual uopo ci ha che si portino anche l'altre, le quella cader può, senza trascinarle dietro seco? L'esperienza renderà ciò evidente.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Nel fondo d'un gran vaſe cilindrico di vetro, rappreſentato nella *Figura* 2. ſi è fatto un buco, e un cerchietto, o faſcia rotonda e cilindrica, d'un pollice di diametro, che ſi ottura con un pezzo di ſughero ben ritondato ed unto, affinchè poſſa cadere ad una mediocre preſſione; il canale incominciato dal cerchietto, è continuato nel vaſe per via d'un tubo di vetro A, dell'iſteſſo diametro, che ſi può levar via quando è meſtieri; e tutto ſi regge ſopra un treppiede, al diſotto del quale v'è una conca, o un bacino, per ricever l'acqua che ſcorre.

EFFETTI.

Dopo d'aver bellamente e adagio verſato dell'acqua nel tubo A, oſſervarſi a quale altezza ella ſia, quando il ſuo peſo caccia fuori il turacciolo B; ſi leva il tubo, ſi rimette il turacciolo, come era prima, e ſe ſi riempie il vaſo fin a tanto che il turacciolo eſca dal ſuo luogo, oſſerveraſſi che l'acqua è preciſamente alla medeſima altezza, ch' ella era precedentemente nel tubo.

SPIEGAZIONI.

Non ſi può negare, che il turacciolo B non ſia fuora ſpinto dal ſuo luogo, per lo peſo dell'acqua. Egli reſiſte nè più nè meno, quando s'

empie il gran vaſo, che quando ſi carica d'acqua ſolo il tubo, purchè ciò ſia alla medeſima altezza: è dunque evidente, che queſto tubo niente altera della preſſione del fluido, e che la colonna che peſa ſul turacciolo, opera all'iſteſſa maniera, e quando ſi ſepara dal reſto mediante un involucro ſolido, e quando ella ha comunicazione colla maſſa totale. Tuttavolta non diſſimuliamo, che lo ſtregamento cagiona qualchè piccola differenza, perchè la detta reſiſtenza è maggiore quando la colonna d'acqua ſi muove in un tubo di ſuperficie ſolida, che quando è contenuta ſol da una maſſa d'acqua, le cui parti ſono ſcorrenti.

Per pigliare un' idea giuſta di queſte ſorte di ſcorrimenti, e per concepire con agevolezza perchè i fluidi eſercitino la loro gravità altramente che i ſolidi, convien rappreſentarſi, come ſi vede dalla *Fig. 3.* tutta la maſſa d'acqua contenuta nel noſtro gran vaſe, diviſa in più colonne, 1, 2, 3, 4, 5, ciaſcuna delle quali è compoſta d' un egual numero di parti; ſe il fondo del vaſo, che ſerve di baſe e di ſoſtegno a tutte queſte colonne, viene ad aprirſi in *a*, la parte inferiore della colonna 3 non eſſendo più ſoſtenuta, dee cadere per l'apertura, e dopo eſſa tutte le altre, che ſono ſopra poſte. Queſta colonna intiera ſcorrerà dunque dall'alto al baſſo tra la ſeconda e la quarta, che ſono ſoſtenute ne' punti *b*, *c*, e tutte le cui parti mobili, ſopra il loro proprio centro, diventano tanti rotoletti che facilitano la ſua diſceſa. Se la ſeconda e la prima colonna da una parte, la quarta e la quinta dall'altra, foſſero compoſte di parti legate e coerenti,

ſuſſi-

ſuſſiſterebbono in tutta la loro lunghezza, e con la caduta della terza, farebbeſi un vacuo tra eſſe. Ma però che queſte particelle ſono eſtremamente piccole, eſtremamente mobili, l'une ſopra l'altre, dacchè la ſommità della terza colonna vien a calar giù, e ceſſano quelle d'eſſere ſoſtenute in quel ſito, ſcrollano a proporzione dello ſcorrimento; ed in queſta guiſa la ſuperfizie della maſſa totale s'abbaſſa tutta inſieme, benchè una ſola delle colonne dia materia allo ſcorrimento con la ſua caduta.

Quando le parti hanno una coeſione ſenſibile, come quelle de' liquori graſſi o viſchioſi, o quando la maſſa del fluido che ſcorre ha molta larghezza, riſpetto alla ſua altezza, beniſſimo ſi ſcorge il vacuo che laſcia ſopra di sè la colonna che giù ſcorre la ſuperficie, in vece d'eſſer piana, come al conſueto, è più cava nel mezzo, perchè le parti vicine non arrivano con baſtevole celerità, per occupare il luogo di quelle, che una gravità diretta giù protrude.

APPLICAZIONI.

Vedeſi dalla ſpiegazione che abbiamo data, quanto la fluidità de' corpi rechi di cambiamento negli effetti della lor gravità. Se ſi tiraſſe con un filo, o ſi ſpigneſſe da ſu in giù il turacciolo B, *Fig.* 2. non ſi averebbe da ſollevare ſe non il peſo della colonna, di cui egli è la baſe perchè queſta porzione d'acqua eſſendo indipendente dal reſto, può muoverſi liberamente nella maſſa. Ma ſe queſta maſſa veniſſe a convertirſi in ghiaccio; per la ſola ragione di non eſſere più liquida, e d'eſſere la ſue parti legate e coe-

renti; la mano che sosterrebbe la colonna, che corrisponde al turacciolo, nel momento della congelazione, avrebbe da portare tutto quello che è contenuto nel vase.

La brina, la neve, e tutte le congelazioni acquose, che s'attaccano agli alberi ed alle piante, li scrollano, e li premono molto più, che l'acqua che li bisogna, perchè i rami han da portare non solamente le parti umide, onde sono attorniati e le quali sono alla loro corteccia attaccate; ma quelle ancora, che il gelo attacca a queste, e che per il loro proprio peso cadrebbono lateralmente, se fossero fluide.

Quelli che hanno avuta occasione di visitare le caverne, e le grotte naturali, che s'incontrano in differenti paesi, hanno potuto spesse fiate osservare certe concrezioni pietrose che si formano a goccia a goccia, e che pendono dalle volte, appresso a poco come i pezzi di ghiaccio, che un digelamento imperfetto fa nascere nell' orlo de' tetti, e di tutti i luoghi, ove si è fatta qual che un po' lenta liquefazione della neve o del ghiaccio. Coteste sorte di pietre che si chiamano *stalactiti*, sono originariamente liquide, come l'acqua che ne trasporta le parti; la prima goccia, che resta sospesa alla volta, ha sol l'aderenza di cui le fa mestieri, per sostenere il suo proprio peso; ma a misura, che la sua umidità svapora, ella diventa solida e capace di portarne dell'altre, alle quali la stessa cosa succede, di maniera che una massa considerabile resta sospesa, ad onta del suo peso, per la sola ragione ch'ella è solida, e che una parte s'attiene alla volta.

Que-

Queſta operazione della Natura è aſſai da preſſo imitata dagli artefici, che fabbricano le candele; le miccie, o cordicelle ſono infilate parallelamente ſopra alcune bacchette; e s'immergono replicatamente in certi caſſettini che contengono il ſevo liquefatto: oppur ſi fa dall'alto ſcorrere la cera calda calda lungo la miccia; queſt' ultimo metodo particolarmennte ſi pratica per li ceri, che devono eſſere più groſſi abbaſſo; imperocchè ben ſi capiſce che la materia raffreddandoſi ſcorre men preſto verſo il fine della ſua caduta; e ſi fa diligenza parimenti di non metterla in opera troppo calda, affinchè ne reſti davantaggio a cadauna immerſione, o per cadauna volta ch'ella ſi verſa.

Non laſciamo queſt'articolo ſenza oſſervare un fatto, che trova ancora la ſua ſpiegazione nella noſtra ſeconda propoſizione. I liquori non toccano, alla maniera de'ſolidi; il loro urto, o la loro percoſſa, date eguali quantità di materia, non ſi fa ſentire all'iſteſſo modo; per dirla in breve, temeſi la caduta d'un pezzo di ghiaccio del peſo d'una lira, e non ſi teme punto d'eſſere percoſſo da una pari quantità d'acqua.

Indipendentemente dalla diviſione che accade a' liquori, nel cader per mezzi reſiſtenti, e dal conſiderabile ritardo cagionato nella velocità della lor caduta dall'aumento della lor ſuperficie per tal diviſione; indipendentemente, diſſi, da queſta ragione, i corpi in queſto ſtato s'applicano ad una più grande ſuperficie, e dividono il loro ſforzo totale in una infinità di piccole impreſſioni poco ſenſibili. Supponiamo, per eſempio, che preſentiſi la man piatta alla caduta d'una

lira

lira d'acqua, che abbia una figura sferica, concepir si può questa palla fluida come un adunamento di picciole colonne, parallele fra esse, ed alla direzione della loro caduta comune, la più lunga di tutte, a cagione della sfericità della massa, porterà il suo sforzo solo al mezzo della mano, e le altre per la stessa ragione, giungeranno un po più tardi e percuoteranno le parti vicine, ciascuna in ragione della sua massa particolare, così tutto il colpo sarà ripartito a tutta la larghezza della mano che lo riceve. Ma se questa palla sarà di ghiaccio, la cosa andrà diversamente; la mano non sarà percossa fuorchè in un picciolissimo spazio, che riceverà lo sforzo non solamente della colonna che gli corrisponde, ma ancor di tutte l'altre, che a questa sono unite, e che esercitano in comun con essa la lor gravità. Quindi viene, che un corpo angoloso, o acuto, fa più male cadendo, che un altro il quale sia piatto, perchè il suo sforzo è unito e raccolto sopra un più picciolo sito; e per la ragion del contrario, meno si rischia venendo colpito quando si tiene la mano cava, per ricevere una palla; che quando la mano medesima si distende.

III. PROPOSIZIONE.

I liquori esercitano la loro gravità per ogni verso.

Vale a dire, che non solamente pesano dall'insù all'ingiù, come tutti gli altri corpi, ma premono eziandio lateralmente tutti gli ostacoli onde son ritenuti; e tendono ad elevarsi da giù

giù in sù, quando comunicano con quantitadi più alte, e perciò più pesanti di essi.

Facilmente si capisce, come i liquori pesino dall' insù all' ingiù, poichè sono composti di parti che partecipano della gravità, che è comune a tutt' i corpi, ma non è del pari facile, comprendere la loro pressione laterale. Tuttavolta se si pon mente, che le loro molecule sono nel vase che le contiene, come un adunamento di globuletti, si può ben immaginare, ch' elleno non sono tutte schierate regolarmente le une sopra le altre, come nella *Figura* 3. ma che per lo più una colonna esercita la sua pressione tra altre due, e tende a discostarle, come veder si può nella *Figura* 4. ove la pressione perpendicolare, che si fa di rincontro al punto *d*, è trasportata dalle colonne laterali verso i lati *e*, *f*, del vase. Alla stessa maniera, quando la colonna *d*, *f* opera contro le due parti *g*, *h*, la prima fa una resistenza sufficiente a causa delle pareti del vaso che la reggono; ma la parte *h* soffre uno sforzo che la solleva da giù in sù, e che averà il suo effetto, quando una colonna eguale ad *i k*, o non sò che d' equivalente non pesi di sopra per contenerla

Questa pressione che si comunica così alla parte *h*, e che tende a sollevarla, ha dato motivo di dire, che, *i liquori pesano di giù in sù*; ma s' abuseremmo di questaespressione, e piglieremmo un' idea falsissima della gravità de' liquidi' se pretendessimo in fatti, ch' eglino hanno in sè stessi una tendenza a sollevarsi; una colonna di liquore è portata da giu in sù per la pressione d' un altra, che tassi dall' insù all' ingiù con del

van-

vantaggio, come una lira di piombo nel braccio d'una bilancia, fin a tanto che tutte e due sieno egualmente elevate al di sopra dell'Orizonte. Veniamo adesso alla prova della nostra proposizione.

III. ESPERIENZA

PREPARAZIONE.

In un gran vase pieno d'acqua colorata, *Fig.* 5. s'immergono successivamente tre tubi di 6. in 7 linee di diametro, aperti dai due estremi, ma la sommità de' quali tiensi otturata col dito pollice nel tempo dell'immersione,

EFFETTI.

Quando ciascuno di questi tubi è immerso, e si distura nella cima, levando via il dito, l'acqua si solleva dentro alla medesima altezza, in cui ell'è nel vaso grande, qualunque figura che abbia il tubo.

SPIEGAZIONI.

Il tubo che s'immerge perpendicolarmente nel vase, contiene una colonna d'aria che riempie la sua capacità, e che uscir non nè può finchè si tiene otturato nella cima; imperocchè essendo questo fluido più leggiero che l'acqua, non può più uscire per abbasso, dacchè l'estremità del tubo è immersa. Ma subito che è levato il dito dall'orificio superiore, e che l'aria cessando di reg-

reggerſi appoggiata a queſta parte non fa più un oſtacolo invincibile all' acqua, l' acqua vi è portata dal peſo di quella che reſta nel gran vaſe, nella maniera che ſegue.

Quando il tubo C è immerſo, l'acqua per la ſua gravità naturale cade da D in E, e ſcorre da E in F, perchè ella è compoſta di parti mobili e rotolanti, e coteſta parte del tubo forma un piano inclinato. L'effetto quì ſi fermerebbe, ſe vi foſſe in F un oſtacolo invincibile, o ſe ciò che è contenuto nella ſinuoſità E F, non vi ſi poteſſe muovere facilmente. Ma è un fluido premuto dalla colonna G D, che corriſponde perpendicolarmente all' orificio del tubo, e che è continuata ſino in E; l'acqua dunque s'innalza nel ramo C F, non perchè abbia una tendenza reale dall' ingiù, all' insù, ma perchè ubbidiſce al peſo d' una colonna G E, che peſa dall' insù all' ingiù; ed ella continua a ſollevarſi ſino in *c*, vale a dire a quell' altezza, dove trovaſi in equilibrio con G E che la ſpinge.

In qualunque luogo del vaſe che s'immerga il tubo H, il ſuo orifizio inferiore ſempre, da qualunque lato che ſi preſenti, riceve un volume d' acqua premuto lateralmente dalla colonna perpendicolare, alla quale corriſponde . e che porterebbe il ſuo sforzo contra la parete del vaſo, come vedeſi in *e*, ed in *f*, *Fig.* 4. così l'acqua eſſendo ſpinta nell' orifizio I con una preſſione eguale al peſo della colonna I K, ſollevaſi alla medeſima altezza nel tubo, e nella ſteſſa maniera che nel precedente.

Finalmente ſe il tubo non è ritorto, e ſi preſenta come L M, nel momento ch' egli è diſtura-

to

to nella ſommità, l'acqua che preſentaſi al ſuo orifizio M; è nel caſo del globo *b Fig.* 4. appoggiata ſu la colonna perpendicolare M K, dalle colonne laterali *l o*, *l o*, che hanno il loro punto d'appoggio contro le pareti del vaſo, e premuta dal peſo delle colonne vicine *n o*, *n o*; ell' è dunque ſforzata di ſfuggire per lo tubo, dove trova meno di reſiſtenza, ſin a tanto che il proprio ſuo peſo, creſcendo colla ſua altezza; ſia finalmente eguale a quello che la ſforza.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

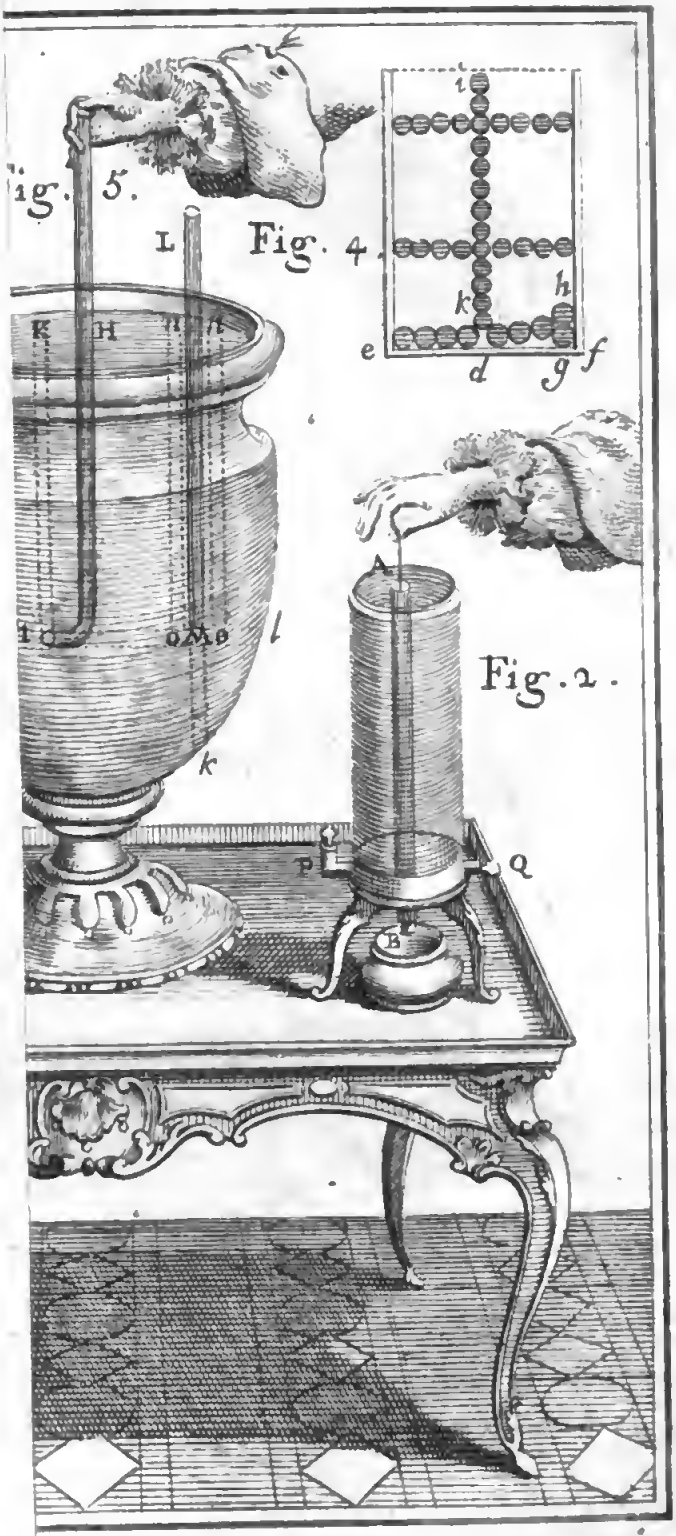
P Q, *Figura* 2. ſono due anelli o cerchietti della ſteſſa larghezza, che quello ch'è in B, ed atti a ricevere lo ſteſſo turacciolo; ma quando egli è poſto in uno de' tre anelli, biſogna che gli altri due ſieno fortemente ſerrati.

EFFETTI.

A qualunque de' cerchietti od anelli, che poſto ſia il turracciolo mobile, egli ſempre cede alſo ſforzo dell'acqua che ſi verſa nel vaſe, allorchè è giunta ad una medeſima altezza.

SPIEGAZIONI.

Queſta Eſperienza prova la ſteſſa coſa, e ſi ſpiega nella ſteſſa maniera che la precedente; lo ſforzo che l'acqua fa perpendicolarmente, peſando ſul fondo del vaſe, come far potrebbe ogni altro


ig. 5.
L
K
H
Fig. 4.
i
k
h
e
d
g
f
A
l
k
P
Q
B
Fig. 2.

altro corpo si distribuisce contra le pareti medesime, per tutti i versi, a cagione della mobilità, della figura e della picciolezza delle parti; ma però che questo sforzo viene dalla gravità, e la direzione naturale di questa potenza è perpendicolare al fondo del vase, il turracciolo non cede se non quando il liquore ha una certa altezza, e la medesima quantità d'acqua non basterebbe, se il vase, sendo più largo tenesse la superficie del fluido meno elevata.

APPLICAZIONI.

S'incontrano ad ogni momento prove della pression laterale de' fluidi; una pentola, una bottiglia inclinata, una botte che si distura, o s'inchina per vuotarla, non si vuoterebbono mai, se il liquore non premesse questi vasi se non dall' alto al basso, nella maniera de' corpi solidi: un naviglio trapassato da una cannonata fa danno per fianco, e rischia di perdersi se non vi si mette rimedio, come se il male fosse nel fondo della caverna; e l'acqua vi entra con tanto più di prestezza, quanto il mare ha maggior altezza sopra del buco.

Quando si fabbricano argini, o dighe, de' ricetti d'acque, ed altre opere idrauliche, si ha gran cura di proporzionarle agli sforzi dell'acqua. Si son vedute talvolta delle provincie sommerse, e parecchi altri accidenti funesti, perchè non si avevano opposte resistenze bastevoli alla pression laterale dell'acqua.

Tali precauzioni voglionsi avere eziandio ne' lavori, ne' quali le materie sono alcunchè fluide,

sì per la picciolezza delle loro parti, sì per il loro poco collegamento; se per esempio, si alza una diga con della terra, o con della ghiaja, ella vedesi scrollare ben presto, se a' suoi lati non si dà un pendio sufficiente, che chiamasi *scarpa*; ed i muri che circondano levate di terra, non resistono all' urtamento, se non hanno una solidità proporzionata all' altezza ed alla natura delle terre.

Scavare un pozzo, è formar nella terra un canale perpendicolare all' Orizonte. Un simil canale è nel caso del tubo L M; se in vicinanza vi saran dell' acque, la superficie delle quali sia più elevata che il fondo del pozzo, elleno debbono riempirlo fin a tanto che ne contenga quanto basti per far con esse equilibrio. Accade bene spesso, che si scava assai profondamente, avanti che trovar una terra atta nata a lasciar passar l' acqua; è la stessa cosa, come se si affondasse molto il tubo, senza levare il dito ch' l' ottura nella sommità: se allor si distura, le colonne laterali essendo molto lunghe e molto pesanti, spingon l' acqua nel tubo con precipizio; similmente è spesso avvenuto, che alcuni lavoratori sono stati all' improviso colti da una strana copia d' acque nel fondo d' un pozzo nuovo, perchè la natura del terreno avea fatto che cercassero tropo addentro un passaggio alla sorgente, e questo passaggio tutt' in un tratto s' era trovat' aperto e libero di troppo.

Dal poter un liquore essere sollevato di giù in sù per lo peso delle colonne vicine, ne siegue, che si può in differentemente, riempire un vaso pel fondo, s' è perforato, immergendolo perpendicolar-

colarmente; ovver per la ſua bocca, inclinandolo; e poter ſcieglière l' una o l'altra maniera è d'un vantaggio notabile in parecchie occaſioni: io ne riferirò ſol una.

Per attigner l'acqua de' pozzi, aſſai profondi, talor ci ſerviamo di due ſecchie attaccate ai due capi d'una medeſima corda, che abbraccia un tamburro il qual ſi fa girare, in maniera che l'una diſcende, mentre l'altra vien sù; queſta, a mio credere, è la miglior macchina nota, che ſi poſſa adoperare in caſo ſimigliante, cioè quando una grande profondità rende malagevoliſſima l'applicazione delle trombe; ma però che queſte ſecchie ſono d'ordinario molto grandi, & è miſtieri ſovente farle piuttoſto lunghe che larghe per accomodarſi al diametro del pozzo, ſuolſi tenere il metodo di riempirle pel fondo, e a tal effetto ſon eſſe corredate d'una o più animelle, che laſcian entrar l'acqua, e che non le permettono di ricadere.

IV. PROPOSIZIONE.

Tutte le parti d'un medeſimo liquore ſono in equilibrio tra eſſe, così in un vaſo ſolo, come in molti che inſieme comunicano.

Per torre ogni equivoco, intendo quì per la parola di *parti*, volumi eguali, e ſimili in tutto; imperocchè mutandoſi le molecule ſecondo il grado di liquidità, avvenir potrebbon de' caſi, ne' quali la denſità non foſſe uniforme in tutta la maſſa; e allora dovrebbeſi conſiderare il liquore, come più liquori meſcolati inſieme.

Supponendo dunque tutte le parti perfettamente simili, come si ha ben ragion di credere che sieno, ne' più de' liquori, dico che fra esse vi ha equilibrio, ovver, che si muovono finchè sieno pervenute a questo stato, perchè hanno forze eguali; imperrocchè la forza d'un corpo che tende a cadere, non è altro, che questa stessa tendenza, e la sua quantità di materia. Ora la tendenza a cadere, è eguale in tutti i corpi, come provato abbiamo nella passata Lezione; ed in tutte le parti d'un liquore omogeneo, la massa secondo la nostra suppoſizione è la stessa; quindi gli strati superiori non possono smovere quelli di sotto, perchè questi fanno tanta forza per rimaner dove sono, quanta farne possono i primi per smuoverli.

Chi dice equilibrio, dice quiete; tuttavolta io non pretendo escluder quì altro moto, se non se quello che proveniſſe dal peso più grande da una parte che da un' altra. Molti Fisici vogliono che le parti de' liquidi si muovono di continuo; se per questo moto intendono quello che il calore mantiene in tutti i corpi, non si può contrastarglielo; e noi farem vedere altrove che questo moto è compatibile con l' equilibrio, di cui qui favelliamo: ma se vuolsi che cotal moto sia una qualità affetta a' liquori in quanto liquori, confesso di non conoscere alcun fenomeno, che m' obblighi a ricevere questa suppoſizione; e penso che non si debba senza buone ragioni supporre un moto attuale, dove bastar può una mobilità di parti certissima. Passiamo alle prove della nostra Propoſizione.

V. ES-

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un ſifone rivoltato, qual rappreſentaſi dalla *Fig.* 6. ſi verſi dell'acqua colorata, del vino, o del mercurio, ec. e pongaſi il piede della tavoletta sù cui regge il ſifone, ſopra d'un piano affatto orizontale.

EFFETTI.

Il liquore s'innalza egualmente nei due rami nel medeſimo tempo.

SPIEGAZIONI.

Eſſendo la parte inferiore del ſifone piena, ſe ſollevaſi nell'un de' due rami una colonna di liquore, come A B, il di lei peſo adopera ſopra la parte B C ch'è mobile, la ſollecita a montare nell'altro ramo, e queſto ſforzo è vinto dal peſo d'una colonna ſimile C D; laonde, poichè C D, & A B che ſono della ſteſſa lunghezza, ſi ſoſtengono ſcambievolmente, ſi può conchiudere che le parti ſimili d'un medeſimo liquore, ſono in equilibrio.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Il canale E F, *Fig.* 7. per mezzo d' una chiavetta, apre comunicazione tra il vaſo grande G H, ed il tubo aſcendente E I. Queſto tubo è accomodato in E di maniera che lo ſi può levare, e rimettere in luogo ſuo un altro tubo K che monta obbliquamente, ovvero L, che ha molte ſinuoſità di, e s' empie il vaſo grande ſino in G H, con un liquor colorato.

EFFETTI.

Voltata che ſi è la chiavetta per apprire la comunicazione tra il vaſo grande G H, ed il tubo aſcendente E I, il liquore monta ſino in I; e queſto effetto è ſempre l' iſteſſo, o che il tubo ſia dritto e perpendicolare, o ſia obbliquo, o tortuoſo.

SPIEGAZIONI.

Quando ſi paragonano de' liquori relativamente al loro peſo in vaſi che comunicano, non ſi dee già fare la comparazione tra le quantità contenute in un vaſo, e quelle contenute nell' altro, ma bensì deonſi comparar le colonne che ſi toccano per le loro baſi nel foro di comunicazione. Nella noſtra Sperienza, e. g. il foro della chiavetta è quello che miſura la baſe di queſte colonne; eſſendo però queſto foro comune ad ambedue,

due, per molta che ſia la quantità di liquori contenuta nel vaſo grande, non vi è mai ſe non un filetto capace di paſſare per coteſto foro, che ivi eſerciti la ſua preſſione: il reſto portaſi e regge ſul fondo, e ſu le pareti del vaſe medeſimo; non è dunque maraviglia che una picciola colonna d' acqua contrappeſi o pareggi una cotal preſſione nel tubo, e non vi s' innalzi più di quel che alta ſia la ſuperfizie GH, *Figura* 7.

Se il tubo aſcendente è inclinato in una maniera, come K, o in molte come L, ſarà d' uopo di una maggior quantità di liquore per far equilibrio alla preſſione che viene dal vaſo grande, perchè tutti i corpi che peſano per piani inclinati, perdono una parte del loro peſo, ed il ſottil filo di liquore che peſa in E, è capace di portare un ſimile all' altezza EI, qualunqunque ſtrada ch' ei tenga.

APPLICAZIONI.

Quando l' acqua d' un fiume, d' uno ſtagno, d' un lago, ec. penetra col ſuo proprio peſo nella terra, ſe i canali, ch' ella vi trova, o che ella ſi fa col tempo, prendono una forma ſimile alla *Figura* 6. qualunque diſtanza che vi ſia tra AD, qualunque diſpoſizione ch' abbia il terrenno tra BC, l' acqua rimonta così alto, come il luogo, dal quale è diſceſa. Non ſi dee dunque riputare per un fenomeno ineſplicabile, una ſorgente la qual fa naſcere, o mantiene un pezzo d' acqua conſiderabile ſopra una montagna elevatiſſima, ovvio n' è il perchè: coteſt' acqua viene da qualche ancor più alto luogo; ed eziandio da qualche an-

cor più alto luogo; se alla distanza di 30, o 40 leghe, luoghi tali non fosser noti, non è per questo da rigettasi l'addotta ragione.

Se vuolsi condurre l'acqua per forza del suo proprio peso, non occorre, siccome è chiaro, lusingarsi di venire a capo, se il luogo dov'ella è, trovasi più basso di quello, a cui si destina ch'ella vada; e neppur basterebbe, che i due luoghi fossero in livello, perchè è d'uopo d'un po' di pendio per vincere la resistenza degli sfregamenti. Perciò in tutti gli acquedotti, ne' tubi differenti, ne' canali, ove si vuol che siavi scolo, si suol dare ordinariamente mezza linea d'inclinazione ogni pertica.

Non si dee tampoco disperare di condur l'acqua dove si vuole, quantunque debbasi farla passare per luoghi molto più bassi, di quello a cui si destina ch'ella vada; purchè questo luogo non sia tanto elevato, quant'è la sorgente, dond'ella si spicca. L'acqua che si distribuisce ne' giardini, nelle case di Parigi, e che si fa ascendere fino a gli appartamenti per l'uso delle guardarobe, viene per via di cannoni sepolti sotto il pavimento delle strade; ma quest'acqua che portano, arriva da qualche edifizio pubblico, dalle raccolte d'acqua del Ponte di Nostra Signora, della Samaritana ec. i quai luoghi sono più alti di quelli, ai quali vien derivata, o per sè stessi, o per la disposizione del terreno.

Ognun sa, che la superfizie de' liquori è un piano orizontale, qualunque sia la forma che possa avere il vase che li contiene. Quest'è una necessaria conseguenza dell'equilibrio delle loro parti imperocchè, se le colonne GM, OP, HN, *Figura 7.*

gura 7., esercitano l'una contro l'altra pressioni eguali all'altezza M N, ove incontrano le pareti del vase, essendo d'una medesima materia, convien che abbiamo, di là prendendo il filo, volumi eguali, e per conseguenza che le loro estremità superiori si trovino nella medesima linea G H.

Ma questo piano che rappresenta la superfizie de' liquori, è tale solamente in riguardo a' nostri sensi. Imperocchè, quando la superfizie dell'acqua ha molta estesa, per lo stesso principio egli provasi, ch'ella è convessa, e l'Esperienza s'accorda perfettamente con la teoria.

Qualunque persona che sia stata in qualche Porto, o che abbia viaggiato sul mare, avrà dovuto osservare, che si scorgono gli alberi d'un vascello che approda, innanzi che si possa vedere il corpo del bastimento; siccome anco, approssimandosi noi ad una Città, scuopriamo i campanili ed i tetti, prima di vedere il basso ricinto delle case. La ragion'è, perchè noi non possiam vedere, se non in linea retta, e la convessità del mare interrompe il raggio visuale, che viene dal corpo del vascello all'occhio dello Spettatore, ad una distanza, in cui il raggio che viene dall'albero, è libero, come appare dalla *Fig.* 8.

Ed infatti, se le colonne d'acqua che compongono il mare, in virtù della loro gravitade eguale, debbono avere le loro estremità superiori *a*, *b*, *c*, egualmente distanti dal centro della terra *d*, che è il centro comune di tutti i corpi gravi, non possono elleno schierarsi in un piano rappresentato dalla linea *e f*; bisogna necessariamente, che compongano una superfizie con-

veſſa, che abbia il ſuo centro in detta *Figura 9.*

Finalmente da queſt' equilibrio delle Parti d' un medeſimo liquore, ſegue che di molti ricettacoli d' acque, i quali comunicano aſſieme, baſta vederne uno, per giudicare a quale altezza ſia il liquore degli altri. Imperocchè, quando mi veniſſe celato uno de' due rami del ſifone della *Figura 6.*, o il vaſe grande della *Fig. 7.* in conſeguenza del poſto principio, il liquore elevato in A; ovvero in I reſpettivamente, m' inſegnerebbe infallibilmente, che egli ſi ſta ad un' altezza ſimile dall' altra parte. Saprò dunque quanto reſti di vino in una botte, ſol che io poſſa unire al foro di comunicazione un tubo aſcendente, come E I, *Figura 7.*

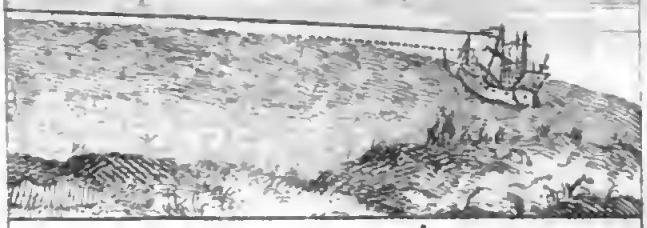
Non ſolamente ſi può in queſta maniera conoſcere, a quale altezza ſia un liquore ne' vaſi opachi, o inacceſſibili, ma ſi può della ſteſſa valerſi eziandio per empirli. Imperochè, ſe ſi verſerà del liquore nel tubo I, non vi ſi potrà ſoſtenere, ſe non per lo contrappeſo d' una colonna ſimil nel vaſe grande G H. Ma queſta colonna non può ivi elevarſi e ſoſtenerſi bella e ſola; ſecondo ch' ella, comincierà, andrà ſcrollando per il ſuo proprio peſo, e per la fluidità delle ſue parti, e non giungerà all' altezza O, ſe non in quanto empieraſſi il vaſe per ſoſtenerla lateralmente.

V. PROPOSIZIONE.

I liquori eſercitano la loro preſſione tanto perpendicolare, quanto laterale, non in ragione della loro quantità, ma in ragione della loro altezza

al

Fig. 8.



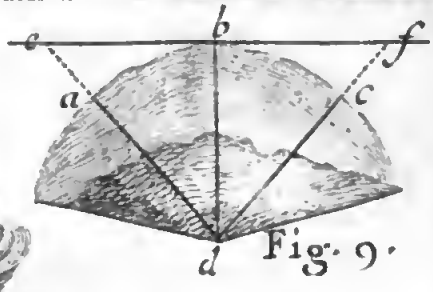


Fig. 9.

Fig. 7.

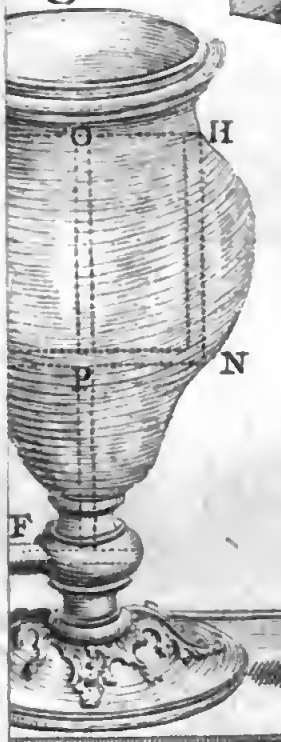
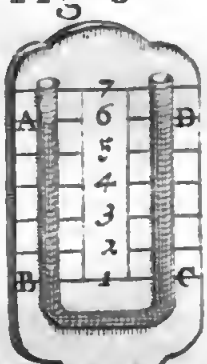


Fig. 6.



al di ſopra del piano orizontale, e della larghezza della baſe che s oppone alla loro diſceſa.

Cioè, che conſervandoſi l'altezza iſteſſa, ed il fondo iſteſſo del vaſe, ſi potrà indifferentemente mutarne la forma e la capacità; di maniera che una certa quantità d'acqua, per eſempio, potrà fare uno ſforzo 200; ovver 300 volte più o men grande ſecondo la maniera, ond'ella ſarà impiegata: propoſizion paradoſſa, ma certiſſima ed importante, perchè influiſce quaſi ſopra tutte le macchine idrauliche.

VII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Sopra i due piccoli lati della cunetta AB, *Figura* 10., s'alzano due ſtanti AC, BD, ſcavati per di dentro quinci e quindi in forma di canale, per ricevere i due piedi del pezzo EF, che per tal mezzo s'alza e ſi sbaſsa e ſi ferma dove ſi vuole colle due viti C, D. In E ed F ſono due pilaſtrini aperti nella ſommità in forchette, per ricevere due lieve GH, terminate da una parte e dall'altra, con due porzioni di carrucole o girelle, le cui gole hanno per centro quello del moto nella forchetta.

Nel fondo della cunetta è attaccato un treppiede di ferro che porta un cilindro cavo di metallo IK, nel quale sdrucciola uno ſtantuffo levigatiſſimo, ſicchè ſoggiaccia a pochi sfregamenti. Queſti due pezzi inſieme ſono rappreſentati dalla *Figura* 11.

Il cilindro riceve a vite più vasi di vetro, rappresentati colle *Figure* 10. 12. e 13. guerniti nella parte da basso d' una staffetta di rame, e nella sommità d' una spezie di larga doccia. L' altezza di tutti questi vasi è eguale, ma le loro figure e capacità, come si vede, sono differenti.

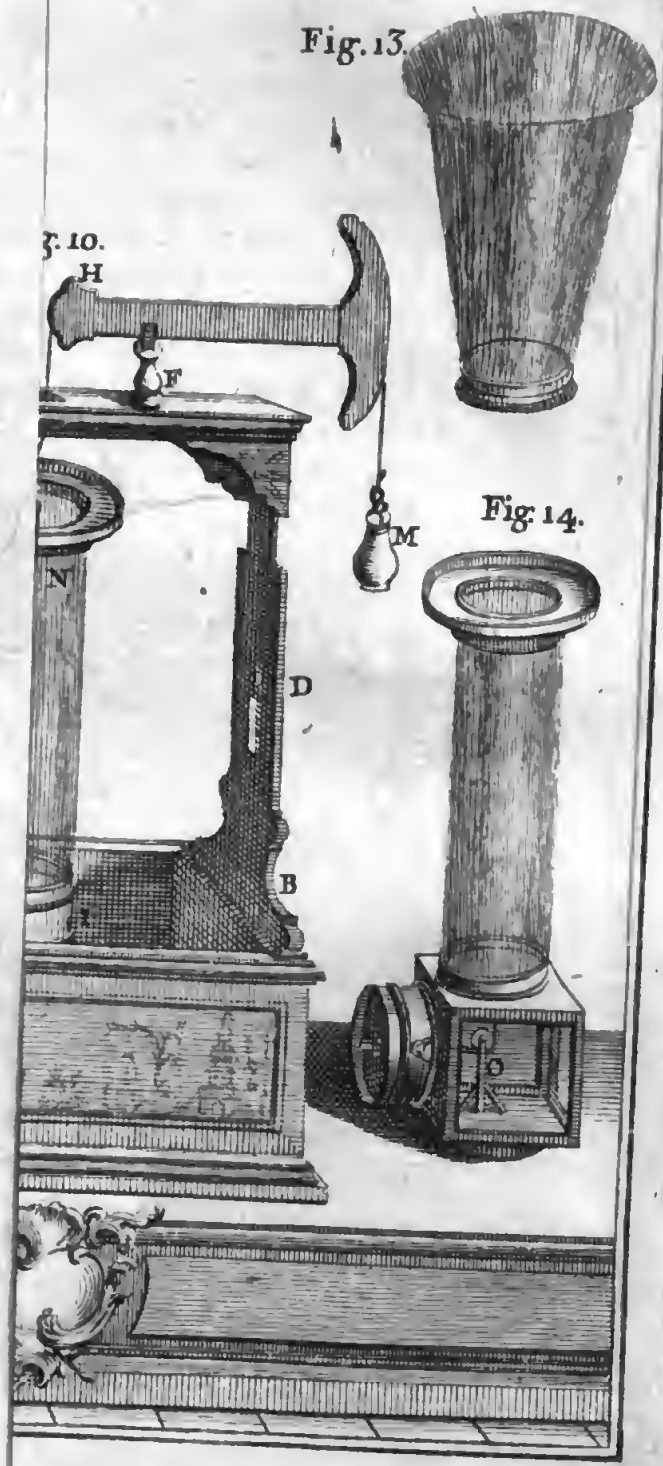
Quando uno di questi vasi è addattato al cilindro, come appare nella *Figura* 10. due pesi L, M, che fanno impressione su le lieve, tendono a sollevare perpendicolarmente lo stantuffo, col mezzo d'una vergha di metallo N, e d' una doppia cordicella attaccata in G ed in H, che traversa un foro apposta fatto nel pezzo EF.

La *Fig.* 14. rappresenta una spezie di lanterna cubica di metallo, corredata di cristalli, alla quale s' aggiusta il cilindro della *Fig.* 11., e qualcuno de' vasi de' quali abbiam parlato; nel fondo della lanterna è fissata una carrucola O, che rimanda un capo di catena dello stantuffo al gambo N, di maniera che collocandosi questo pezzo sul treppiede nella cunetta, facendosi giocar le lieve, muovesi lo stantuffo con una direzione orizontale.

La cunetta AB è foderata di piombo; i pezzi che s' inseriscono in ferro, sono verniciati; quelli che si uniscono a vite hanno degli anelli di pelle non concia infrapposti; lo stantuffo debb' essere più libero che si può; ed i pesi L, M, sono due piccole secchie, o due piatteli di bilance, che si possono caricar più o meno; e s' è fatta in K una spezie di chiavetta, che serve, aprendosi, allo scolo dell' acqua.

EF -

Fig. 13.



EFFETTI.

Se si riempirà d'acqua il vaſe cilindrico, quando è poſto regolarmente ſu la macchina, come appare dalla *Figura* 10., e ſieno i peſi L, M, tali che appena ſi portino via lo ſtantuffo; il medeſimo effetto ſuſſiſte, quantunque ſi ſoſtituiſcano a queſto vaſo quelli delle *Figura* 12. e 13., le capacità de' quali ſono differentiſſime.

I peſi medeſimi ſono ancora neceſſarj e ſufficienti, ſe ſi pongano ſul treppiede i pezzi, che ſono rappreſentati dalla *Fig.* 14., e ſi metta dell'acqua alla medeſima altezza, che nelle Eſperienze precedenti, computando dal di ſotto della picciola carrucola di corriſpondenza O.

SPIEGAZIONE.

Per muovere lo ſtantuffo da giù in ſu, due ſorte di reſiſtenze s'hanno da vincere; vale a dire, quella del ſuo sfregamento nel cilindro, e quella del peſo dell'acqua. La prima non dee variar per certo, quando ſi fanno l'Eſperienze ſeguitamente, poichè e lo ſtantuffo, ed il cilindro ſono gli ſteſſi. Se non ſiam dunque coſtretti ad accreſcere, e non poſſiam neppure diminuire i peſi, qualor ci ſerviamo del più grande, o del più piccolo de' tre vaſi, purchè l'acqua ſia ſempre alla medeſima altezza; ragione n'è queſta, che i liquidi, come definiſce la noſtra Propoſizione, non peſano ſul fondo del loro vaſe in ragione della quantità, ma ſecondo la larghezza di queſto fondo, e la loro altezza perpendicolare.

E poi-

E poichè vi vuole, per tirare orizontalmente lo ſtantuffo, tanta, forza, quanta per ſollevare la medeſima quantità d'acqua in una direzione verticale, queſta è una prova, che la preſſion laterale de' liquori equivale a quella, che ſi fa perpendicormente alla medeſima altezza.

Queſti fatti, tuttochè pajano ſorprendenti, ſono incontraſtabilmente provati dall' Eſperienze, che quì abbiam riferite; ma non ſono ſpiegati. Se giova il ſaperli, niente meno curioſo è il conoſcerne la cagione; e per ſtudiarci di ſcoprirla, ci porremo quì ad eſaminare, come la coſa ſegua in ciaſcuno de' vaſi; cominciando dal più ſemplice.

La maſſa cilindrica d'acqua ch'è nel vaſe IKN, può eſſere conſiderata in due modi, e come un faſcio di piccole colonne contenute ſotto un involucro comune, o come ſezioni orb'culari ammontichiate l'une ſopra l'altre; vedi la *Figura* 15. in qualunque modo ch'ella ſi conſideri, è evidente, che la baſe *a b* è caricata della ſomma totale, o delle colonne, o delle ſezioni, o ſtrati; e che ſe ſoltanto conoſcaſi il peſo d'una di eſſe, ſi ſaprà il peſo di tutta la maſſa, perchè la larghezza della baſe dà il numero delle colonne, ovvero l'altezza dell'acqua al di ſopra della baſe determina quella degli ſtrati, o delle ſezioni. Donde ſegue, che in un vaſe cilindrico, poſto perpendicolarmente all' Orizonte, i liquori, avuto riſpetto alla baſe, peſano nella ſteſſa maniera che i ſolidi.

Nel vaſe rapreſentato dalla *Figura* 13., la cui ſezione, ſecondo l'aſſe, appare nella *Figura* 16., è facile nè più nè meno vedere, che la baſe *cd* porta ſolo le colonne, che ripoſano perpendicolarmente

mente ſopra di eſſa, eſſendo l'altre ſoſtenute dalle pareti, come per piani inchinati. Se *c d* è eguale ad *a b* della *Figura* 15. è dunque viſibile, che queſte due baſi ſono egualmente caricate. La fluidità fa quì il ſuo effetto; imperocchè appunto perchè la parte *c e f d* può muoverſi, ed eſercitare la ſua gravità indipendentemente dal reſto della maſſa, ella carica del ſuo peſo la baſe. Se queſta maſſa totale foſſe compoſta di fette orbicolari, ma ſolide, come *g h*, *i k* ec. chi non vede ch'ella verrebbe tutta ſoſtenuta ſopra i lati del vaſe, e che il fondo *c d* non porterebbe ſe non l'ultima fetta infinitamente ſottile.

Finalmente, come avvien'egli che la baſe del vaſo rappreſentato dalla *Figura* 12. ſia tanto caricata, quanto quella degli altri due? Non eſſendovi ſe non la picciola colonna *n n Figura* 17., che abbia tutta la ſua altezza, le parti vicine *o o* debbon'elleno forſe eſſere egualmente compreſſe?

Che coteſte parti del vaſe ſieno premute, facilmente s'intende, poichè portano una parte del fluido ch'è peſante, e noi abbiamo ſpiegato con la *Figura* 4., come non ſolo queſte, ma ancora tutte le altre *p p*, *q q*, *Figura* 17., partecipano di queſta preſſione: ma ch'elleno ſien tanto premute, quanto la parte *n* ſtentaſi a concepire. Vedeſi bene in fatto, che la colonna *n n* dee comunicar la ſua preſſione in *o* ed in *q*, per mezzo de' globuli ch'ella tende a diſtornare; ma eſſendochè la forza con la quale adopera ſu queſte due parti, ha una direzione obliqua ſopra l'una e ſopra l'altra e non eſſendo una forza che obliquamente ſi eſercita, eguale alla diretta, ſembra che la preſſione in *p* ed in *q*, non poſſa mai pareggiar quella che ſi fa in *n*.

Con-

Convien pure asserire, che questa egualità non è dimostrata rigorosamente; ma l'Esperienza non ci lascia apparir divario alcuno, e si capirà che quello che ci può essere, è infinitamente piccolo, se si porrà mente a queste due cose: 1. Che le molecule de' corpi liquidi sono piccolissime. 2. Ch' elle non si toccano mai così da presso, come quando le cagioni della liquidità vengono a cessare con questi due principj, io credo che si potrà rendere ragione del fatto che si discute. Imperocchè, essendo queste parti de' liquidi infinitamente piccole, quand' anche non fossero, se non infinitamente poco disgiunte le une dalle altre, l'azione d' una di queste particole spinta fra due altre, diventa infinitamente poco obliqua, cioè quasi diretta; vedi la *Figura* 18. Rendesi probabile questa idea, se si bada, che la pression laterale, che non differisce sensibilmente dalla pression perpendicolare ne liquori, è notabilmente meno grande ne' fluidi grossieri, come la rena, i grani minuti, il piombo in minutissimi ballini ec., ed ella va diminuendo e cessa interamente nelle materie che passano dallo stato di liquore a quello di corpi solidi: Lo che non succede sicuramente, se non perchè le parti si ravvicinano, si aggomitolano in molecule più grosse, ed in vece di continuar ad operare le une su le altre, come il globulo 1 sopra i due ch' egli tocca, esercitano un' azione più obliqua, come il globulo 2.

APPLICAZIONI.

L' Esperienze che abbiamo fin ora spiegate, ci conducono naturalmente a dire qualche cosa delle

le trombe; le quali di tutte le macchine idrauliche son quelle che hanno più frequente uso, e più generale utilità. Giova conoscerne almeno le parti principali, i fondamenti o regole per fissarne le loro dimensioni; e intendere come la forza che s'impiega, applicasi col loro mezzo a vincere la resistenza del fluido che sale; affinchè non ci lasciamo illudere dall'immaginazione, o dalle false promesse di certa gente il cui naturale ingegno non è abbastanza illuminato dal chiarore della teoria.

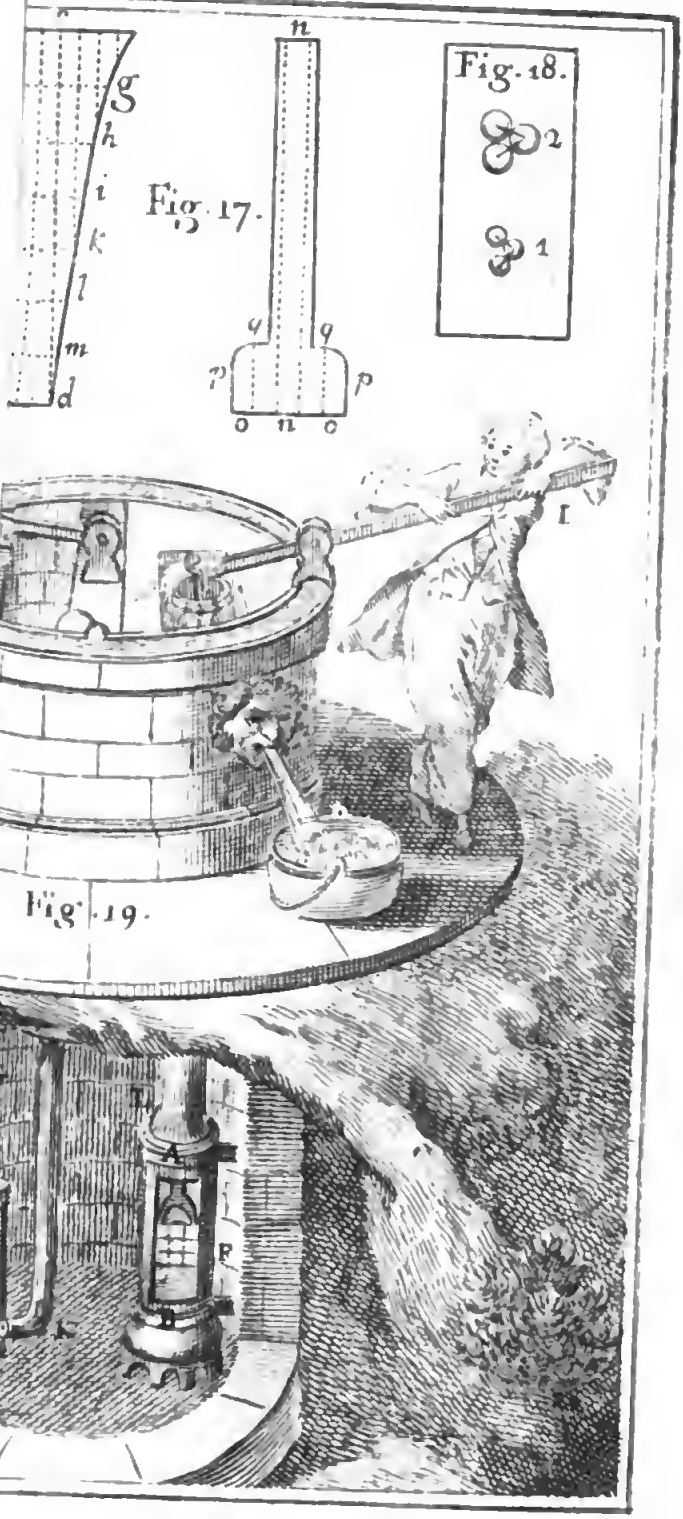
Le parti principali delle trombe, sono per ordinario cilindri cavi A B, o C D, *Figura* 19., fatti per lo più di metallo; gli stantuffi E F, che riempiono una porzione del cilindro, e che vi si fan muovere alternativamente da un capo all'altro, col mezzo d'un gambo G od H, all'estremità del quale s'applica il motore immediatamente, oppure col'ajuto d'una lieva I, o di qualch'altra macchina; inoltre tubi ascendenti, come K, L, per condur l'acqua alla bramata altezza; e finalmente valvule, lenguelle, animelle, che lascian passar l'acqua per un verso, e che ostano acciocchè non ritorni per un altro, siccome veder si può a cadaun fondo de' due cilindri B, o D.

Distinguer si può generalmente due sorte di trombe, composte delle parti testè da noi nominate; vale a dire, quelle che chiamansi *aspiranti*, e quelle che hanno il nome di *pressorie*; niente direm noi quì delle prime, perchè a ben intenderle bisogna conoscere alcune proprietà dell'aria, di cui non abbiamo per anche ragionato; restano a spiegarsi l'ultime, cioè quelle, ove lo stan-

ſtantuffo ſpigne immediatamente l' acqua da sù in giù, o per contrario.

Nel cilindro A B, eſempigrazia, quando ſi ſolleva lo ſtantuffo da B verſo A, laſcia un vuoto fra sè, ed il fondo della tromba, e l' acqua della conca ov'è immerſa la tromba medeſima, ſale per la preſſione delle colonne vicine, come ne' tubi della *Figura* 5., e per un' altra cauſa, che preſto additeremo; quando poſcia vienſi ad abbaſſare lo ſtantuffo, l' acqua ritenuta da un' animella ch'è nel fondo del cilindro, paſſa a traverſo del corpo ſteſſo dello ſtantuffo; ove ſi è appoſta fatto un canale, ed un' altra animella volta in ſu, per impedir che l'acqua non ricada perciò quando ſollevaſi per la ſeconda volta lo ſtantuffo, la parte di ſotto ſi riempie di nuovo, e l'acqua ch'era paſſata al di ſopra, viene portata più alto; continuando così, giungeſi ad empire il cannone o tubo aſcendente, e quello che di poi ſi fa, corriſponde a tant' acqua, di quanta ſi vuol diſporre. Nell' altra tromba C D, il corpo della quale è intieramente immerſo; l'acqua cade da sè ſteſſa, e paſſa a traverſo dello ſtantuffo, per riempire lo ſpazio ch' egli laſcia vuoto, quando ſi ſolleva; quando ſi deprime in giù, il foro ſi ottura con un' animella ch'è nella ſua baſe, e l'acqua è coſtretta a paſsare nel tubo K, donde ricader non può, perchè vi è abbaſſo un' altra valvula, o lenguella che la ritiene. Replicando per tanto le pinte dello ſtantuffo, coteſto tubo aſcendente s'empie, e ſomminiſtra poi dell' acqua ſino all' altezza dov' egli mette capo.

Nell'una e nell' altra di queſte due macchine, è facile calcolare la reſiſtenza che viene dal peſo dell'


g
h
i
k
l
m
d
n
q
q
p
p
o n o
Fig. 17.
Fig. 18.
2
1
I
Fig. 19.
A
F
K

dell'acqua che si solleva, imperocchè, secondo i principj di sopra posti, e le sperienze impiegate da noi per provarlo, qualunque forma che prenda la colonna del fluido s'averà il suo giusto valore, moltiplicando la larghezza della sua base che è quella dello stantuffo medesimo, per l'altezza perpendicolare del tubo ascendente. Nell' una delle nostre due trombe la colonna d'acqua riposa sullo stantuffo che si tira, nell'altra resiste allo stantuffo che si spigne, ed è la stessa cosa affatto, per ciò che riguarda la forza che conviene impegarvi. Supponendo adunque uno stantuffo di tale larghezza, che la colonna d'acqua di cui egli è la base, pesi 20 lire per ogni piede, il tubo ascendente, eziandio se non avesse di diametro più che un pollice, se averà 20 piedi di altezza, la somma dell'impressione o del carico fatto contro lo stantuffo sarà 400, prodotto da 20 moltiplicato per 20, come se la colonna d'acqua fosse in tutta la sua lunghezza d'un diametro eguale a quello della sua base.

Nulla dunque si guadagna, siccome appare in fare de' tubi o cannoni ristretti, per condur l'acqua d'una tromba; al contrario vi si perde per l'aumentazione degli sfragamenti: imperocchè, mostrato abbiamo nella terza Lezione, che questa spezie di resistenza, date eguali tutte le altre cose, cresce come le superfizie, e che la superfizie interiore d'un cannoncino, rispetto alla solidità del contenuto, eccede quella d'un cannone più grosso.

Poichè una colonna di liquore assai minuta può esercitare una grande pressione, quando mette capo in una larga base, non dee recar maraviglia,

che alcune mezzete d' acqua facciano crepare una botte piena, quando esse mezzete si sollevano perpendicolarmente sul foro del cocchiume in un cannone assai lungo; imperocchè allora questa colonna avendo la larghezza della botte per base; ha la forza stessa, che se in tutto il dilungo fosse egualmente larga. Ma quelli che fossero curiosi di ripetere questa medesima Esperienza, devono stare avvertiti che le botti ordinaire, nelle quali si mette il vino a Parigi, e ne' contorni, sono capaci d' una resistenza molto maggiore che non si crederebbe; con 20 piedi di tubo non sono talor venuto a capo di far crepare un barile da mezzo bigoncio: quel d' un bigoncio intero crepa più presto, perchè ha una base più larga.

Gli scorrimenti che si fanno da' vasi bucati al di sotto della superfizie del liquore, date aperture eguali, hanno tanto più di velocità quanto il liquore è più alto al di sopra del buco, perchè la parte del fluido che scorre attualmente, è premuta dal peso d' una colonna più lunga: laonde i getti d' acqua sollevansi e dispendiano tanto più d' umore, quanto i lor ricettacoli, o serbatoj d' acqua sono più alti; e l' altezza del getto a vicenda scema, secondo che si vuotano queste conserve. Quindi pure addiviene che un vase, la cui capacità è uniforme, come un cilindro, un prisma ec. posto su la sua base, non si vuota egualmente in tempi eguali, se lo scolo si fa per abbasso. Le quantità per ciascun tempo vanno diminuendosi; come l' altezza della superfizie del liquido che n' esce: per questa ragione si è, che nelle pubbliche conserve d' acqua, ov' ella si distribuisce secondo le concessioni fatte ai particolari, deesi aver cura, che

che il fondo da cui ella procede, ſia ſempre egualmente pieno.

Avanti che l'arte dell'Orivolario foſſe così perfetta, e d'un uſo così comune, come lo è preſentemente, ſolevaſi d'ordinario miſurare il tempo, con lo ſcolo di qualche liquore, o di qualche fluido; la *clepſydra* e la *rena* da ore, altro non ſono che vaſi, de' quali una parte vuotaſi d'acqua, o di qualche fina polvere, in un certo ſpazio di tempo; ma queſte ſorte d'inſtrumenti non poſſono eſsere mai a baſtanza perfetti, perchè in genere la velocità degli ſcorrimenti, dipende non ſolo dall'altezza perpendicolare del fluido, ch'è quella coſa che principalmente abbiam quì in mira, e che ſi può facilmente miſurare, ma ancor dalla quantità degli sfregamenti, dal grado di fluidità, e di denſità che ſono variabili, e che è difficile calcolare.

II. SEZIONE.

Della Gravità, e dell' Equilibrio di molti Liquori, che hanno denſità differenti.

NOI abbiam da bel principio della prima Sezione data un' idea de' Liquori in genere rappreſentandoli come una maſſa di piccoli corpi ſolidi, duriſſimi, indipendenti gli uni dagli altri, peſanti ſeparatamente, e a

proporzione delle loro piccole maſſe; tutto quello che abbiam da aggiungere a queſta deſcrizione, per far capire, come procedono nel vaſe medeſimo due liquori di denſità differenti, ſi è, che queſti piccioli corpi onde ſon compoſti, ſono anch' eglino adunamenti di parti più ſottili, ſtrettamente legate e aderenti fra loro; eſſendo la denſità di queſte picciole maſſe più o men grande le lor figure, e le lor grandezze più o men cagionando di vuoto nel loro aggomitolarſi, ben ſi capiſce che ne debbono riſultar de' fluidi, o de' liquori più o meno denſi.

Quando ſi paragonano più liquori riſpettivamente al loro peſo, o ſi fa la comparazione tra volumi d'una grandezza ſenſibile, come allora quando ſi peſa dell' acqua in confronto d' olio, o di mercurio in vaſi ſeparati, ovvero ſi comparano inſieme le parti medeſime, come quando ſi meſchia dell' acqua col vino, o con dell' aria: in qualunque maniera che queſto ſi faccia, la gravità o peſo eſercita i ſuoi diritti come altrove; ma la fluidità dà motivo ad effetti particolari, che ſiam quì per eſaminare.

PRIMA PROPOSIZIONE.

La differenza del peſo, o della denſità, baſta per ſeparare le parti di due liquori, che meſcolati ſono inſieme, ſe altre più forti cagioni non impediſcono queſt' effetto.

PRI-

PRIMA ESPERIENA.

PREPARAZIONE.

In un vaſe di vetro diviſo in due parti, che comunicano per un piccolo canale d'una linea e mezza di diametro. *Fig.* 20., convien da prima mettere del vino roſſo ſino in A, e finire di empirlo con acqua, ed eſporlo in qualche luogo, dove non ſia agitato.

EFFETTI.

Dall'eſtremità del canale A vedeſi toſto innalzarſi una picciola colonna di vino, che poi ſi ſpande ſu la ſuperfizie dell'acqua; ed a poco a poco tutto il vino paſſa così nel luogo dell'acqua, e queſta nel luogo del vino.

SPIEGAZIONI.

Le particelle, che compongono la maſſa d'acqua, eſſendo più peſanti che quelle del vino, fanno più sforzo per occupare il fondo del vaſe, che non han queſte di forza per reſiſter loro; di quà avviene che una colonna d'acqua capace di occupare a un dipreſſo la metà del canale A, prende il ſuo corſo da ſu in giù, e che una pari quantità di vino ſolleva nel medeſimo tempò da giù in ſu: e però che queſte colonne d'acqua e di vino, a miſura che paſſano, ſi rifanno continuamente a coſto della maſsa, di cui fanno parte, a cagione della ſua fluidità; ſuccede final-

mente che tutta l'acqua si trova dov'era il vino avanti l'esperienza, e che il vino è costretto di occupare la parte del vase più alta: perchè due corpi non possono essere nel medesimo tempo nel medesimo luogo, come dimostrammo nella terza Lezione Sezione terza, parlando dell'Impenetrabilità della materia.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La caraffa cilindrica, rappresentata dalla *Figura* 21., contiene 5 fluidi differenti: cioè, 1. mercurio, 2. olio di tartaro, 3. spirito di vino, 4. spirito di terebintina, 5. aria.

EFFETTI.

Quando il vase è in quiete, tutte queste materie occupano i luoghi, che convengono alla loro gravità specifica, cioè il mercurio sta al fondo, l'olio di tartaro immediatamente sopra del mercurio, di poi lo spirito di vino, quindi lo spirito di terebintina, e l'aria al di sopra di tutto: e se più volte si rovescia la caraffa agitandola, dacchè ella torna in quiete, ciascuno de' detti liquori ripiglia il suo luogo, ma il mercurio, e l'olio di tartaro più prontamente che gli altri.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Queſti cinque fluidi differiſcono tra loro più, che il vino e l'acqua dell' Eſperienza precedente, non ſolo per le loro gravità ſpecifiche, ma ancora per la loro narura; lo che fa, ſenza dubbio, che agitandoli inſieme, non ſi dividono e non ſi meſchiano tanto quanto altri liquori, i quali foſſero più analoghi; per la ſteſſa ragione il mercurio e l'olio di tartato ſi ſceverano più preſto che gli altri.

APPLICAZIONI.

I vaſi idonei ad eſeguire queſte ſorte di Eſperienze, poſſono ricevere differenti forme, e disporſi in diverſe maniere. Si può, per eſempio; naſcondere la capacità inferiore, che contiene il vino della prima Eſperienza, in un picciolo piedifallo, o altramente, B, *Figura* 20., così non laſciando apparire ſe non la parte del vaſe, dove ſi mette l'acqua, ſembra agl' ignoranti di tali effetti, che l'acqua ſi muti in vino; così deludonſi talora gli occhi con piccoli artifizj, che perdono tutto il loro maravigliоſo, quando ſe ne conoſcono le cagioni. Noi ne parliamo ſolo, per inſegnare a ſoſpendere il proprio giudizio nelle coſe; che da bella prima non ſi concepiſcono, e a non tenere per ſoprannaturali certi effetti che ſorprendono, e la cauſa fiſica de' quali non è manifeſta.

Le materie pingui, animali, vegetabili, o minerali, eſſendo per l'ordinario compoſte di molecule meno denſe che quelle dell' acqua, ſvilup-

pano da queſta quando vi ſono meſcolate, e rare volte s'adopera per ſepararle, altro mezzo che quello di dar loro tempo di venire a galla: così ſi ſepara la crema, o il fior di latte.

Vediam ſovente dell'acque ſtagnanti e corrotte, ſu la ſuperfizie delle quali oſſervanſi delle macchie lucenti, ov'appariſcono de' colori d'arco baleno, quando ſi guardano per certo verſo: queſte non ſono altro che parti graſſe o ſulfuree, alzateſi dal fondo, come ſuccede ne' terreni bituminoſi, o ſceverate e diviſe dall'interno dell'acqua, lo che addiviene ſempre ne' bagni, od altre conche d'acqua, ove ſi va a lavare i panni lini. Ma ſe una goccia d'olio, una particella di graſſo ſi ſolleva al di ſopra dell'acqua, la ſteſſa coſa avvenire dee, ed infatti avviene, quando ve n'è una maggior quantità; quindi più graſſo ch'è un animale, *cæteris paribus*, tanto più ha di vantaggio per nuotare. Un bue, od un maiale, per queſto conto, corre dunque meno riſchio di negarſi, che un levriere, o qualunque altro magro animale.

Potremmo inoltre addur quì, per eſempio, l'aſcenſione de' vapori e dell'eſalazioni; ma queſt'applicazione l'abbiam prevenuta, con far conoſcere nella Lezione precedente, che il fumo e la fiamma non ſi ſollevano nell'aria, ſe non per una leggerezza riſpettiva, che a parlar propriamente, non è che una gravità minore; come l'aria ſi ſolleva nell'olio, l'olio nell'acqua, l'acqua nel mercurio.

Quantunque un liquore più leggiero ſia capace di ſalire, travalicando un liquore più peſante, tal circonſtanza vi ha nondimeno in cui queſt'effetto non ſegue. L'acqua ed il vino, eſempigrazia, che abbia-

abbiamo nella noſtra prima Eſperienza adoperati, non ſi ſeparano, quando ſono ſtati precipitevolmente verſati l'un ſopra l'altro. L'olio e l'acqua sbattuti inſieme con l'aria che vi ſi meſcola, perdono la loro fluidità, il bianco dell'uovo e la crema sbattuta, fanno la ſteſſa coſa, e tai fatte di miſcugli ſuſſiſtono aſſai lunga pezza.

Tutti queſti eſempj provano ſolo, che alcune cauſe oppongonſi agli effetti della gravità nella ſeparazione de' fluidi meſcolati, e che tali cauſe poſſono diventare predominanti: ma non diſtruggono la noſtra propoſizione. E' meſtieri di qui richiamare alla memoria quello abbiam detto degli sfregamenti nella terza Lezione. Creſcendo la reſiſtenza di queſta fatta, come le ſuperficie, i liquori meſcolati poſſono eſſere diviſi in così piccioli volumi, che l'uno tocchi l'altro per troppe parti, e che la differenza de' loro peſi, che ſarebbe la cauſa della loro diſunione, non eguagli lo sfregamento, o per ſpiegarci con altro più chiaro termine, non equivalga alla difficoltà che hanno a ſeparar*ſi*. Per queſta ragione, il vino, quaſi del pari peſante che l'acqua, per sè ſteſſo, quand'è diviſo grandemente per una diſceſa impetuoſa, reſta nell'acqua, come vi ſi attrova; laddove, ſe per la forma del vaſe, o per la maniera di verſarlo, ſi mettano in oppoſizione volumi più conſiderabili, e che abbiano meno di ſuperfizie riſpetto alla loro ſolidità, avviene ſpeſſiſſimo, che lo sfregamento cede al peſo dell'acqua. Per la ragione pure degli sfregamenti creſciuti con la diviſion delle parti, l'olio ed il vino divengono *unguento*, il bianco dell'ovo, la crema ec. reſtano in ſpuma; imperocchè l'aria

ria v'è così diviſa, e la ſua meſchianza con queſti liquidi è così intima, che la ſua leggerezza non baſta più per ſviluppparnela. Aggiungete a queſte ragioni due altre cauſe, che rendono pure difficile la ſeparazion delle parti: 1. la viſcoſità più o men grande in una materia, che in un'altra ma da cui niuna va eſente; e 2. l'analogia, che ſpeſſo ſi trova tra due liquori: e che veriſimilmente conſiſte in una certa convenienza di figure, di grandezza, o di ſuperfizie. Lo ſpirito di vino meſcolato con dell'acqua, non ſi ſepara più da eſſa, e l'olio di terebintina, che niente più leggiero ſi è non fa già la ſteſſa coſa.

II. PROPOSIZIONE.

Molti liquori, o molti fluidi, benchè di nature differenti, peſano gli uni ſopra gli altri in ragione delle loro denſità, e della loro altezza.

Qeſta Propoſizione non ha biſogno nè di ſpiegazione, nè di prove: imperocchè, ſe ogni liquore è peſante, per la ragion ſola ch'egli è materia, aggiungere un liquore ſopra d'un altro, è aggiungere un peſo ad un altro peſo, e quando l'un de' due foſſe anco più picciolo che l'altro, nientedimeno è reale il valore ch'egli ha, e però computabile nella ſomma. Se ſi vuole caricare il fondo d'un vaſe cilindrico di due lire di liquore, e ſi cominci con verſarvi una lira d'acqua, ſi potrà certamente finire il carico con dell'olio; queſto eſſendo meno peſante, ne abbiſognerà un maggior volume, ma il ſuo peſo non coope-

coopererà meno alla preſſione, che di far ci ſiam propoſti.

III. PROPOSIZIONE.

Due liquori di denſità differenti ſono in equilibrio, allorchè avendo la medeſima baſe, le loro altezze perpendicolari all'Orizonte, ſono in ragione reciproca delle loro denſità, o gravità ſpecifiche.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

ECD, *Figura* 22. è un ſifone rivoltato, nel quale ſi verſa del mercurio, ſin a tanto che la ſuperfizie da una parte e dall'altra ſia d'una mezza graduazione, o d'un mezzo grado più elevata, che la linea CD dopo di che ſi verſa dell'acqua colorata nel ramo CE.

EFFETTI.

Quando la colonna d'acqua miſura 14. gradi, il mercurio ſi trova d'un grado più elevato nel ramo D, che nell'altro.

SPIEGAZIONI.

Il Mercurio caricato da un canto dalla colonna d'acqua, ſollevaſi nell'altro ramo, ſin a tanto che ſia in equilibrio col liquore che lo preme; quando ceſſa di aſcendere, la ſua altezza al di ſopra del ſuo livello, pareggia la quattordiceſima parte

parte dell' altezza dell' acqua ; e si sa del resto, che il peso dell' acqua è a quel del mercurio, come 4 a 14; manifesto è dunque che le altezze di questi due liquori, sono in ragione recriproca delle densità, poichè l' acqua tiensi quattordici volte più alta, come il mercurio è 14. volte più pesante.

APPLICAZIONI.

Riconosciuta una volta che sia per vera la proposizione che provata abbiamo, sarà facile conoscere la mutua proporzione delle densità di più liquori, con paragonar a questo modo le loro altezze, quand' eglin saranno in equilibrio; imperocchè si capisce bene che in vece di mercurio si potrebbe mettere con l' acqua ogni altra materia liquida, come olio, spirito di vino, ec. e che parimenti dalla loro altezza al di sopra del livello giudicherebbesi quanto l' uno fosse più o meno pesante dell' altro.

Siccome si può giudicare delle densità, comparando le altezze, così potrebbesi dall' elevazione del più pesante dei due liquori, se si conoscessero le densità, stimare l' altezza del più leggiero, nel caso che non si potesse misurarla. Se, per esempio, un palombaro avesse nel fondo dell' acqua un sifone ripiegato, con del mercurio, su cui la pressione dell' acqua adopera sola, e solamente da uno de' due rami, dacchè egli vedesse il mercurio alzato un piede, potrebbe conchiudere in tutta sicurezza che la colonna d' acqua, che preme, ha 14. piedi d' altezza.

Noi siamo sopra la terra come i pesci, che striściano nel fondo del mare, immersi in un va-

sto

ſto fluido che da tutte le parti ne circonda, e di cui non ſappiamo appuntino l'altezza: avvezzi fin dal noſtro naſcimento alla preſſione dell' aria, ch' è uguale ed uniforme ſopra tutta l' ampiezza de' noſtri corpi, non la ſentiamo, perchè ella è continua; imperocchè ſentire, altra coſa non è che giudicare del noſtro ſtato attuale, comparandolo ad un altro, che ha preceduto: una ſenſazione, che non è mai interrotta, a parlar propriamente, non è ſenſazione. Quindi è che la cognizione della Gravità dell'aria, è una ſcoperta, che tuttor ha l' intero ſapore di novità. Appena è un ſecolo, che ſi fa caſo e conto della preſſione di queſto fluido; prima d'allora tanto è lungi, che foſſe creduto peſante, che molti Filoſofi l' aveano meſſo nella ſchiera delle materie, alle quali attribuivano una leggierezza aſſoluta.

Non già che la natura non aveſſe anche allora la voce dell' Eſperienza e de' fatri, che reſi avean attoniti ed attenti i Dotti; ma le ſue voci erano male interpretate. Aveaſi veduto con ammirazione ſalir l'acqua ſopra del ſuo livello nelle trombe aſpiranti; aveaſi oſſervato che lo ſtantuffo d'una ſeringa non ſi poteva tirare ſe non a gran forza, quand'ell'era otturata da un capo. Vedevaſi con iſtupore, che un mantice non avea il ſuo moto libero ſe non in quanto egli era aperto nel ſuo cannone, che due corpi duri e liſci come il marmo applicati l'uno all' altro difficiliſſimamente ſi ſeparavano, ec.„ N' „ adducevano queſſa frivola ragione, e dicevano „ che la natura ama ſecretamente il pieno; ſu„ bito che in qualche parte manca della materia,

„el-

„ ella s' affretta a portarvene; in ſomma, che *la* „ *natura abborriſce il vuoto*".

Queſte frivole ragioni, degne di riſo non che di riſpetto, tuttochè foſſero pur troppo riſpettate in que' tempi, che la ragione cedeva all' autorità d' un nome celebre, han lunga pezza ritardato il progreſſo della Fiſica. Il Galilei fu a par cogli altri ſoddisfatto dell' orror del vacuo, finchè non giunſe a vederne i limiti; ma quando aſſicurato da manifeſte prove, che l' acqua non aſcendeva ſe non trentadue piedi nelle Trombe aſpiranti, e che il reſto del tubo, s' era più lungo, rimanea vuoto, ſi ribellò alla fine contro coteſta maniera di filoſofare; e tant' è lungi ch' ei penſaſſe, come avrebbe talun altro potuto penſare, che l' orror del vuoto aveſſe i ſuoi limiti, oltra i quali ei ſi rivolgeſſe in indifferenza; che anzi cominciò credere, avere coteſte ſorte di fenomeni una cauſa fiſica molto diverſa da ciò ch' era ſtato fin allora eſcogitato per iſpiegarli. La coſa da lui ſoſpettata, fu meſſa in evidenza dal ſuo diſcepolo Torricelli. Queſto Filoſofo Italiano fe il primo vedere nel 1643. che una colonna d' aria preſa nell' atmoſfera, poneſi in equilibrio con una colonna d' un altro fluido, che ha la ſteſſa baſe. Queſta Eſperienza, che noi fra poco ripeteremo, provò invincibilmente la gravità dell' aria, e reſtituì autenticamente a queſto fluido un grandiſſimo numero d' effetti naturali, attribuiti prima d' allora ad una cauſa puramente chimerica.

PROPOSIZIONE.

L'aria è un fluido peſante, e che eſercita la ſua preſſione per tutti i verſi alla maniera de' liquori.

Quantunque noi abbiam riſoluto di trattare a parte delle proprietà dell'aria, abbiam creduto nulladimeno, che foſſe a propoſito recar quì in brevi detti ciò che concerne la ſua gravità, perchè tal contezza è un attinenza dell' Idroſtatica. Ciò che l'aria opera come fluido peſante, lo fa in conſeguenza de' principj di queſta ſcienza; e noi non ne facciam particolar menzione, ſe non perchè la ſua gravità è una delle più curioſe ed importanti ſcoperte, che fatte ſienſi in queſti ultimi tempi. Ma d'altro quì non parleremo, che della ſua gravità relativa, rimettendo a trattare, inſiem coll'altre ſue proprietà, della ſua gravità aſſoluta, quando ſi replicheranno le ſperienze, che la provano a *priori*.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si gitta del mercurio purgatiſſimo in un tubo di vetro, lungo in circa 3 piedi, e chiuſo da un capo. Quando il tubo è pieno affatto, poneſi il dito ſopra l'orifizio per otturarlo, e dopo d'averlo roveſciato, portaſi l'eſtremità che col dito è chiuſa, in un vaſe che pur contiene del mer-

mercurio, e levasi allora il dito. Vedi la *Figura 23.*

EFFETTI.

Il tubo così immerso ed aperto a basso, vuotasi in parte nel vase; ma vi resta una colonna di mercurio, che ha in circa 27 pollici e mezzo d' altezza.

SPIEGAZIONE.

Essendo l' aria una meteria, ha come tutti li altri corpi una gravità la quale ha per centro quel della terra medesima; un corpo grave, come precedentemente abbiam veduto, adopera col suo peso sopra tutto quello che alla sua caduta s' oppone, o che gli serve di base; così quando una colonna, d' aria dell' atmosfera riposa sopra qualche corpo, lo comprime secondo tutto il valore del suo peso. La superfizie del mercurio nel vase delle nostra sperienza, è dunque compressa dal peso d' una colonna d' aria, di cui ella è la base; quando si applica a qualche parte di cotesta superfizie compressa un tubo che contiene una colonna di mercurio più pesante che la colonna d' aria, il cui luogo è occupato dalla sua base, questa colonna di mercurio affonda, e s' abbassa, finchè la sua altezza diminuita metta il suo peso in equilibrio con la pressione che s' esercita su tutte le parti simili della superfizie del mercurio, dov' è immerso il tubo.

Questa sperienza sola agli occhi d' un uomo ostinato nell' orrore del vacuo, non averebbe avu-

to

to punto più di forza, che l'osservazione di Galileo circa le trombe aspiranti, nelle quali l'acqua non saliva più di 32 piedi; sarebbe cotest'uomo tuttavia illuso, e al più, limiterebbe l'amor della natura verso il piano; ma da che l'un e l'altro fatto si paragonano insieme, non può restare alcun sutterfugio. Quando si vede che le colonne di liquori elevate così al di sopra del loro livello, scemano, come le loro densità crescono; quando si è certo che la cagione la quale solleva l'acqua 32 piedi, non può sostenere il mercurio se non 27 pollici e mezzo, e si sa che queste due colonne sì differenti in lunghezze, hanno de' pesi perfettamente eguali, si è costretto confessare che la causa della lor sospensione non è una qualità astratta, poichè si coordina con tanta esattezza alle leggi della Statica. In una parola; quest'effetto, che altro inchiude che le proprie circostanze dell'equilibrio? Appunto tal giudizio ne portò il Torricelli, e dopo lui asseriscono la stessa cosa i più de' Fisici, i quali ebber contezza della sua bella e curiosa Esperienza. Ma niuno contribuì maggiormente a scoprire e rendere manifesta la gravità dell'aria, che il Sig. Pascal; egli s'era prevaluto dell'orrore del vuoto, come d'un linguaggio comune; ma l'avea fatto, siccome il Galilei, con tutta la ripugnanza, che nell'esprimersi oscuramente prova un ingegno formato dalla natura per ricevere e trasmettere solo idee chiare e distinte. Secondò egli con ardore e con studio sagace, le mire del Torricelli; e sì di per se, sì ajutato dal diligente M. Perrier, suo congiunto, ch'era a Clermont nell'Auvergne, e che potea utilmente fare le sue osservazioni so-

pra un' alta montagna, detta *Puy Du Dome*, portò a ſomma evidenza ciò che veniva indicato a chi sbandite avea le qualitadi occulte, poco men che deciſivamente, dalla colonna di mercurio ſoſpeſa ſopra del ſuo ſerbatojo.

Il metodo tenuto da M. Paſcal, per accertarſi ſe la ſoſpenſione de' liquori ſopra del loro livello nelle trombe aſpiranti, ò nel tubo Torricelliano, foſse un fatto d'equilibrio, e ſe la potenza oppoſta al peſo del mercurio, foſſe veramente una colonna d'aria preſa nell'atmosfera, come era probabile, fu il ſeguente. „ Se l'aria diſs' „ egli, è la cagione di queſto fenomeno, lo è, „ perchè è peſante e fluida; la ſua preſſione de„ ve dunque farſi, come ſi fa quella de' liquori; „ debb'ella ſcemare o creſcere ſecondo la di lei „ altezza, e le colonne di liquore con le quali „ ſarà l'aria meſſa in equilibrio, ſaran ſempre „ più o meno lunghe, ſecondo che ſaranno più „ o meno denſe. Vediamo quello che ce ne dirà „ l'Eſperienza „.

Qualunque eſtenſione che avver poſſa l'atmosfera, ſopra della ſuperfizie della terra, non ſi può far a meno di credere, ch'ella fermi attorno del globo un' involtura, la cui ſuperfizie é uniforme e sferica, appreſſo a poco come quella dell' aqua pare piana, qualunque figura che abbia il fondo del vaſe che la contiene. In tale ſuppoſizione, le colonne d'aria, computando dall' eſtremità dell' atmosfera, ſino al luogo, dov' elleno incontrano la terra, ſono più o meno lunghe, ſecondo la maggiore o minore elevazione del luogo, dove elleno terminano; hanno dunque più di lunghezza alle falde d'un monte, che

ſu

ſu la ſommità di eſſo; ſe l'aria è peſante, queſte colonne in un luogo baſſo, deono fare una maggiore preſſione, che in un luogo più elevato.

Avendo oſſervato M. Perrier, a quale altezza foſſe il mercurio nel tubo di Torricelli, alle falde della montagna di *Puy du Dome*, trovò che ſempre più e coſtantemente s'abbaſſava, a miſura ch'egli poggiava verſo la cima del monte, e che rimontava al contrario e colle medeſime proporzioni a miſura ch'ei diſcendeva verſo la Città; e queſta Eſperienza, immaginata dal Sig. Paſcal, e replicata più volte ſecondo le ſue intenzioni, ha ſempre additato lo ſteſſo effetto; perciò ſi è concluſo, che il mercurio ſoſtienſi al di ſopra del ſuo livello nel tubo Torricelliano, per la preſſione dell'aria ſul vaſe, perchè vedevaſi abbaſſare il mercurio nel tubo, quando la colonna che coriſpondeva a coteſto vaſe, diventava men lunga.

Ma ſe la preſſione dell'aria ſul bacino, ſoſteneva 27 pollici e mezzo di mercurio nel tubo, biſognava che queſta colonna così ſoſpeſa, non foſſe in alcun modo ſoggetta al peſo dell'aria per la ſua parte ſuperiore; imperocchè eſſendo allora tra due preſſioni eguali, dee cadere al ſuo livello per lo ſuo proprio peſo. E di fatto ciò accade, ſe ſi apre l'eſtremità del tubo anche con un picciolisſimo foro: e a fine di moſtrare con una medeſima Eſperienza, eſſere egualmente neceſſario, che l'aria operi ſu la ſuperfizie del bacino, e operi ſolo in coteſto luogo, per ſoſtenere la colonna di mercurio al di ſopra del ſuo livello; M. Paſcal trovò l'Eſperienza che ſegue.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

FG, *Fig.* 24. è un tubo di vetro doppiamente ripiegato e ritorto in H, avendo circa 30. pollici da G in K, ed altrettanti da H in F. K è un piccolo canale aperto che comunica coll'interno del tubo, e che si ottura con un pezzetto di vescica ammollata. Empiesi tutto il tubo di mercurio, ed immergesi nel catino, come il Torricelliano.

EFFETTI.

1. Il mercurio discende in I, e si ferma 27. pollici e mezzo in circa, sopra del livello. 2. Se si punge con un ago la vescica che ottura l'orificio K, tosto v'entra l'aria, ed il mercurio contenuto da I fino in G, cade nel bacino; e quello che è contenuto nella parte recurva H del tubo, s'innalza appresso a poco all'altezza di 27 pollici e mezzo.

SPIEGAZIONE.

Da questa Esperienza raccoglieſi 1. che l'aria è la cagione di questi due effetti, poichè non seguono, se non quando è punta la vescica. 2. Che l'elevazione del mercurio da G in H, è veramente cagionata dalla pressione dell'aria esterna su la superfizie del catino, poichè il mercurio ricade, tosto che questa pressione è contrappe-

peſata dall' introduzion d' una colonna d' aria in K. 3. Che queſta preſſion dell' aria eſterna, è atta a ſoſtenere il mercurio 27 pollici e mezzo, poichè lo ſolleva a tale altezza nella parte HF.

Finalmente il Sig. Paſcal replicò l' Eſperienza del Torricelli con dell' acqua, con del vino, con dell' olio, ec. da tutti gli effetti che ne ſeguirono, ſi raccolſe, che alla preſſione dell' aria dovevaſi attribuire la ſoſpenſione di tutti queſti liquori al di ſopra del lor livello, perchè eſſendo le loro altezze ſempre più o meno grandi ne' tubi, a proporzione delle loro differenti denſità, era manifeſtiſſimo, ch' elleno mettevanſi in equilibrio con un peſo ch' era ſempre l'iſteſſo appreſſo a poco; e però che non v' era altro che l' aria, che corriſpondeſſe alla loro baſe, queſto fluido ſi paleſava da sè ſteſſo per la vera cagione di tale effetto.

APPLICAZIONI.

L'Eſperienza di Torricelli appena fu nota e divolgata, che i Fiſici a gara s' affrettarono per ripeterla, e ſtudiarne cogli occhi proprj tutte le circoſtanze; ognuno aveva nel ſuo Gabinetto la colonna di mercurio ſoſpeſa, e la viſitava ſovente. Un eſame cotanto aſſiduo non doveva laſciare gli oſſervatori nell'ignoranza delle variazioni, che ſuccedono all'altezza del mercurio nel tubo; non ſi tardò ad accorgerſene; e vediamo da lettere del Sig. Canuto, a cui erano ſtati commeſſi gli affari del Re di Francia nella Svezia, che Deſcartes, Paſcal, e Perrier non n'erano all' oſcuro, e che fin al loro tempo s'è penſato di fare, col mezzo di que-

ſta Sperienza, un nuovo ſtrumento Meteoroligico; fu però da poi nominato *barometro*, o *baroſcopo*, vale a dire miſura od oſſervazione del peſo (dell'aria.) In fatti poichè il peſo dell'aria è quello che ſoſtiene il mercurio nel tubo, quando egli ſale più alto, o diſcende più a baſſo, che 27 pollici e mezzo, ch'è la ſua mezzana altezza, non ſi ha egli ragione di conchiudere che la preſſion dell'aria è accreſciuta o diminuita? e coteſta colonna di mercurio che s'alza e s'abbaſſa, non è ella un'indicazione della gravità attuale dell'atmosfera?

Quando il barometro altro vantaggio non aveſſe, che quel d'avviſarci, che il fluido nel qual viviamo, ha più o men forte azione ſopra de' noſtri corpi, meriterebbe già d'occupare un luogo ne' noſtri appartamenti, e d'eſſere preferito a tant'altri mobili ſuperflui od inutili; ma hanne un altro, che lo rende più importante, ed è ch'egli annuncia innanzi tempo le mutazioni dell'aria e de' tempi, ſopra tutto quando han da eſſere conſiderabili; e negar non ſi può, che sì fatte predizioni molto rilevano per le opere della campagna, per li viaggianti, e in moltiſſime altre circoſtanze.

Tal proprietà del barometro, è comprovata e certificata dalle oſſervazioni di quaſi un ſecolo, fatte in diverſi paeſi, e da diverſe perſone attente ed accurate: e maſſime dopo la fondazione delle Accademie, noi abbiam tavole d'oſſervazioni meteorologiche, dalle quali appar certiſſimo.

1. Che l'altezza mezzana del mercurio nel barometro, è di 27 pollici e mezzo in Francia.

2. Che il maggiore abbaſſamento non arri-

va

va a 26 pollici, nè la maggiore elevazione a 29.

3. Che verso l'Equatore, le variazioni sono men grandi, e che all'opposto lo son più nei Climi Settentrionali.

4. Che quando il mercurio è depresso nel barometro al di sotto di 27 pollici e mezzo, predice pioggia o vento, ed in genere cattivo tempo.

5. Che al contrario, quando eccede la sua mezzana altezza, annuncia la calma, il secco, il buon tempo.

6. Che queste predizioni talora van fallite, particolarmente quando le variazioni d'altezza del mercurio si fan lentamente, ed in picciola quantità.

7. Che al contrario son quasi infallibili, quando il mercurio ascende o discende d'una considerabile quantità in poco tempo, come, per esempio, 3 ovver 4 linee in alcune ore.

8. Che a Parigi rarissime volte le variazioni del barometro s'estendono più lungi che di 27 in 28 pollici.

Quest' ultima osservazione ha eccittata la vaghezza d'aver barometri, le cui variazioni avessero più estesa, affinchè le più piccole variazioni potessero essere osservate; quindi son provenuti i barometri in due rami, chiamati *doppj* per questa ragione; i barometri *cubitati*, i barometri *scorciati*, ec. de' quali noi non darem qui la descrizione, perchè sono già notissimi, e questo divisamento ci farebbe troppo digredire dal nostro soggetto. Direm solo, che di tutti i mezzi escogitati sin ora per perfezionare il barometro, niuno è tanto vantaggioso, e libero così da in-

convenienti, che meriti d'essere preferito a quello di Torricelli, cioè a quello che comunemente si chiama barometro *semplice*, e da noi rappresentato con la *Fig.* 25.

Ma quest'ultimo, tuttochè semplice, debb'essere lavorato con attenzioni, nelle quali d'ordinario mancano gli artefici che li vendono. Bisogna ch'ei sia pieno d'un mercurio perfettamente puro; che il tubo abbia almeno una linea e mezza di diametro internamente, che il vetro ne sia perfettamente netto, e che non resti alcuna particella sensibile d'aria tra il mercurio ed esso. Bisogna in oltre, che il picciol vase, che serve di catino o ricettacolo abbasso del tubo, sia di tale larghezza, che la superfizie del mercurio ch'egli contiene, resti sensibilmente alla medesima altezza, mentre quello del tubo ascende o discende. Si dee ancora por mente, che la scala de' gradi sia puntualmente divisa; imperocchè sarebbe un difetto notabile, se si trovasse sbaglio ed errore d'alcune linee su li 27 pollici e mezzo d'altezza mezzana la qual cosa è pur troppo possibile, quando un si contenta di attaccare sopra la tavola una stampa già bell'e divisa, siccome per lo più si suol fare.

Se i Fisici son d'accordo fra loro, che il mercurio del barometro è sostenuto alla sua mezzana altezza, dal peso dell'aria dell'atmosfera, non son d'accordo affatto circa le variazioni che vi si osservano. Ben si sa, che una maggiore elevazione del mercurio, dinota una maggior pressione dalla parte dell'aria; ma per quai ragioni l'aria preme più in un tempo che in un altro, e quale affinità v'è tra questa pressione più o men grande, e la mutazione de' tempi la qual succe-

de qualche volta, ſol 10, o 12. ore dopo? Ciò ſi eſaminerà da noi altrove, quando avremo fatto conoſcere più ampiamente le proprietà dell' aria, e gli ſtati differenti dell' atmosfera.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si applica alla ſuperfizie d'un vaſo pieno d' acqua colorata, un tubo di vetro aperto dai due capi, e ſi ſuccia colla bocca, o d'altra guiſa, l' aria ch' egli contiene, CD, *Figura* 20.

EFFETTI.

Dacchè ſi ſuccia l'aria che è nel tubo; l'acqua vi aſcende, e lo riempie.

SPIEGAZIONI.

Poichè l'aria è un fluido univerſalmente diffuſo ſopra tutti i corpi, che ſtanno ſu la ſuperfizie della terra, biſogna concepir l'acqua del noſtro vaſo, come avente due ſorte di peſi, che la fan gravitare ſul fondo; cioè quello che a lei viene dalla ſua propria maſſa, e quello d'una colonna d'aria, che corriſponde alla ſua ſuperfizie, e cui ella ſoſtiene. Imperocchè abbiam veduto di ſopra, che più liquori l'un ſopra l'altro, eſercitano la loro gravità in comune ſul medeſimo fondo. Supponiamo adeſſo, che l'acqua ſia diviſa in un certo numero di picciole colonne ſimili a quella che corriſponde all'orifizio del tubo; ciaſcuna

di

di queſte colonne corriſponderà ad una colonna d'aria ſimile in diametro, e ſi potrà di lei dire quello che abbiamo poc'anzi detto della maſſa totale, ch'ella peſa o che tende al fondo del vaſo per sè medeſima, e per lo peſo dell'aria ch'ella porta.

Finchè non ſi ſuccia l'aria del tubo, tutte le eſtremità di queſte colonne d'acqua ſono nel medeſimo piano, perchè eſſendo egualmente peſanti, ed egualmente caricate, non vi è ragione che obblighi l'una o l'altra a ſtarſene più alta, o più baſſa del reſto; ma ſe l'una di eſſe troviſi ſcaricata del peſo dell'aria ch'ella portava, (ed ella appunto ſe ne ſcarica, col levar l'aria dal tubo di vetro) allora queſta colonna deve elevarſi al di ſopra dell'altre, perchè non è più in iſtato di far loro equilibrio. E non permettendo la fluidità della maſſa, che queſta colonna così elevata laſci alcun vuoto nel fondo; ella riſtoraſi continuamente a ſpeſe dell'altre, che ſcemano in lunghezza, ed il vaſe in queſta maniera ſi vuota.

Se la preſſione dell'aria ſu la ſuperfizie dell'acqua foſſe infinita, ſi potrebbe così con un tubo aſſai lungo elevar l'acqua, o qualunque altro liquore, ad una altezza non limitata. Ma ſe il peſo dell'aria non ha ſe non un certo valore, quando l'acqua ſarà giunta a tale altezza, che il ſuo proprio peſo ſia eguale a quello dell'aria che la ſolleva, ſi potrà ben quanto ſi vorrà ſucciar quella del tubo, non averà più oltre effetto la potenza dell'aria eſteriore già eſauſta.

VII. ES.

BAROM
Semplice
F
Fig. 24.
K
H
I
25.
G
Fig. 23.
D

VII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Queſta Eſperienza ſi fa, come la precedente; ma ſi adopra mercurio in luogo d'acqua, ed il tubo debbe avere almeno 30 pollici di lunghezza, e non eccedere una linea di diametro.

EFFETTI.

Il mercurio arrivato a 27 pollici e mezzo o in circa, non ſi ſolleva davantaggio, quantunque ſi continui a ſucciar l'aria del tubo.

SPIEGAZIONE.

Niente abbiam da aggiungere alla Spiegazione dell'Eſperienza precedente, per far capir queſta; ſe non che, ſiccome il mercurio è molto più peſante che l'acqua, il peſo dell'aria eſteriore, che ſerve ad innalzarlo, trovaſi in equilibrio con una colonna men lunga. Se vi foſſe qualche fluido ancor più peſante del mercurio, lo vedremmo ſenza dubbio fermarſi ancor più baſſo.

APPLICAZIONI.

Vuotar d'aria un tubo, ſucciandola con la bocca, over ſtraſcinando per entro, e da giù in ſu un turacciolo ben combaciante, è la ſteſſa coſa quanto

to all'effetto che ne dee seguire; è sempre un dar luogo alla pressione dell'aria che corrisponde al ricettacolo, o catino, e questo basta per elevare il fluido. Ciò vedesi appuntino nelle siringhe, o trombe aspiranti; imperocchè lo stantuffo passando da giù in su del cilindro cavo che lo contiene, solleva la colonna d'aria, che pesa sul suo piano superiore; fassi di sotto un vacuo, dove il peso dell'atmosfera fa salir l'acqua, come nel tubo dell'Esperienza precedente. Vedi la *Figura* 27.

Ma essendo il peso dell'atmosfera limitato, e facendole equilibrio una colonna d'acqua di circa 32 piedi, ne' nostri climi, e ne' luoghi che sono poco elevati sopra'l livello del mare, ben si concepisce che una tromba, qual è quella di cui favelliamo, e che si chiama *aspirante*, non può elevar l'acqua a qualsivoglia altezza. Quando questa non basta, si adoprano quelle, delle quali abbiam parlato di sopra, e che chiamate abbiamo trombe *pressorie*. Posciachè in quest'ultime la colonna d'acqua che si solleva, è immediatamente portata dallo stantuffo, e questo stantuffo è guidato da una potenza che si può aumentare quanto si vuole, è manifesto che la salita dell'acqua non è limitata ad alcuna altezza.

Se le trombe pressorie hanno l'avantaggio di portar l'acqua a qualunque sorte di altezza, non hanno poi quello di poter essere collocate fuori del pozzo o della doccia donde si vuol trarre l'acqua, come le trombe aspiranti. Ed è un incomodo grandissimo, collocare e mantenere queste sorte di macchine in luoghi assai profondi, stretti, difficili a vuotare, e per lo più in paesi, ne' quali

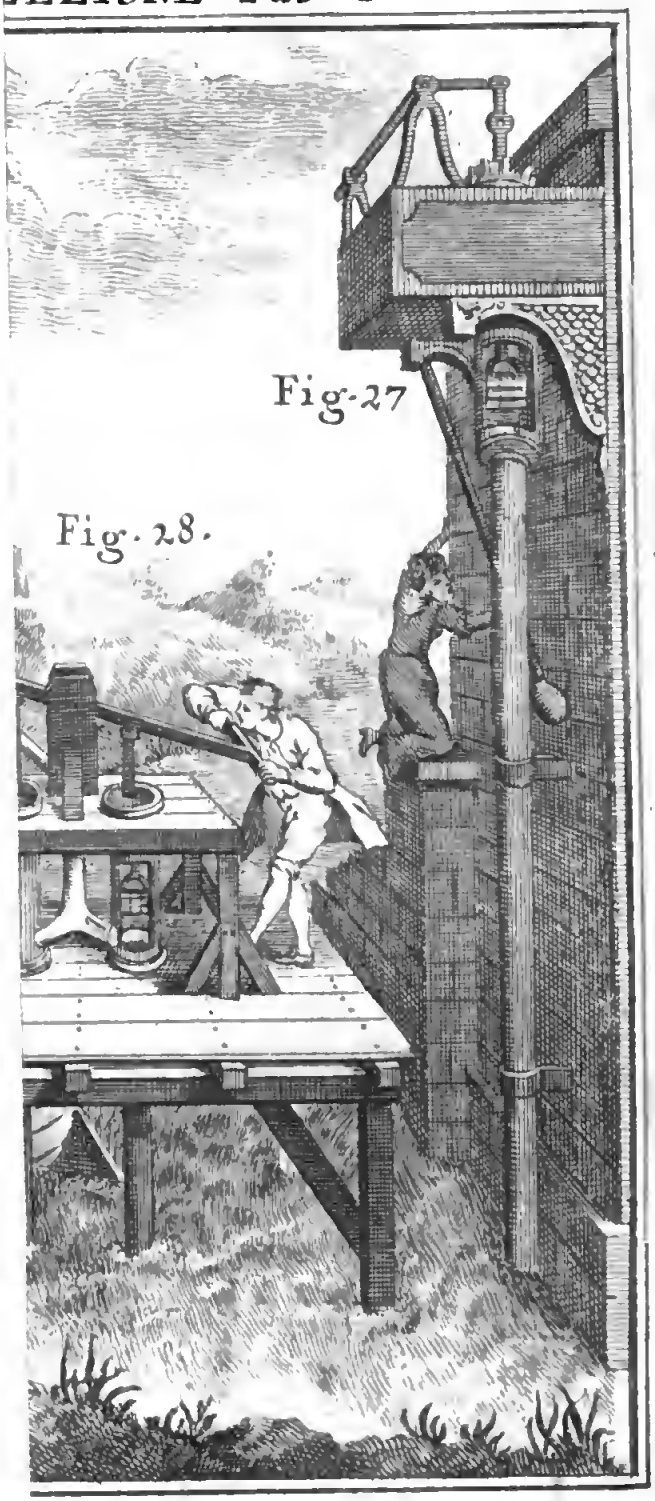


Fig. 27

Fig. 28.

li la ſcarſezza di lavoratori periti accreſce la difficoltà de' riſtoramenti.

Schifanſi cotali inconvenienti, e godeſi d'un doppio vantaggio, con fabbricar le trombe in maniera tale, che ſieno nel medeſimo tempo aſpiranti e preſſorie, come per eſempio, ſon le rappreſentate dalla *Fig.* 28. Il turacciolo, o ſtantuffo, aſpira aſcendendo, e ſchiaccia o preme diſcendendo. Il tubo che conduce l'acqua dalla fontana alla tromba, non può per verità avere, ſe non 32 piedi al più di altezza perpendicolare; ma ciò ſpeſſo baſta per alluogare la tromba in un ſito comodamente acceſſibile, ed il tubo aſcendente che porta l'acqua ricalcata, può avere tanta lunghezza, quanto permette la forza motrice.

Quando ſi fa uſo di trombe aſpiranti, convien badare alla ſituazione del luogo; imperocchè non ſollevando elleno l'acque, ſe non con l'ajuto dell'atmoſfera che peſa ſu la ſuperfizie della ſorgente, quanto più queſta ſorgente è elevata ſopra 'l livello del mare, tanto meno è lunga la colonna d'aria che la preme. Io ho portato un barometro ſu la maggior altezza dell'Alpi (23. Luglio 1739.) ed ho trovato, che il mercurio ſtava in circa un quarto men alto che in Piemonte. Se aveſſi colà portata una tromba aſpirante, e l'aveſſi fatta oprare, non m'avrebbe dunque ſollevata l'acqua, che 24 piedi al più; e per la ragion del contrario, ne' ſotteranei profondiſſimi, ſi potrebbe aſpettare dal peſo dell'aria effetti più grandi, che quelli che ella opera altrove.

Per una meccanica molto ſimile a quella delle trombe aſpiranti, gli uccelli da becco lungo, come gli aironi, le cigogne, le beccacce ec., e la

mag-

maggior parte de' quadrupedi, i cavalli, le vacche, i cervi ec. sollevano l'acqua nel loro stomaco: questi animali bevono succhiando, e succhiare non è altro che rarefar l'aria interna, dilatando le capacità che la contengono, per dar luogo all' atmosfera d'operare colla sua pressione. Il petto alzandosi, simile ad un mantice, di cui si slargano e si scostano le cuoja, produce un nuovo vacuo; che l'aria esterna va ordinariamente a riempire, (lo che chiamasi *respirare*) ma se la bocca trovasi bagnata, o piena d'acqua quando quest'ultimo fluido fosse al di sotto dello stomaco, dove si fa il vuoto, è colà portato dal peso dell'aria, della quale egli è sempre pieno.

Se rimanesse ancora qualche incertezza dopo le spiegazioni, che abbiam date dell'aspirazion delle trombe, e degli altri effetti di questa spezie: se tuttavia si dubitasse, che la pression dell' aria siane la vera causa, si potrebbe terminar di convincersene coll' Esperienza, che quì rechiamo.

VIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Su la piastretta d'una macchina pneumatica ponesi una picciola tazza, *Figura* 29., che contiene del mercurio: coprasi d'un recipiente, a cui è soprapposta una picciola tromba aspirante, il tubo della quale, ch'è di vetro, s'immerge nel picciolo vase, e si fa il vacuo più accuratamente che sia possibile.

EF-

EFFETTI.

Quando levasi lo stantuffo della piccola tromba, si sente una resistenza considerabile, ed il mercurio non s'innalza nel tubo: ma se l'aria rientra nel recipiente, la tromba allora ha il suo effetto ordinario.

SPIEGAZIONI.

Noi pretendiamo, che il peso dell'aria faccia salire i fluidi nelle trombe aspiranti; questo peso si toglie, con vuotare il vase, sotto 'l quale sta il mercurio, e la tromba non ha più il suo effetto. Dunque è dimostrato, che ciò che si è tolto (l'aria, e la sua pressione) è la vera causa dell'ascesa de' liquori nelle trombe.

La difficoltà che si prova, nel sollevare lo stantuffo, quando il recipiente è vuoto, è ancor una prova del peso dell'aria. Che la seringa metta capo in un vase vuoto d'aria, o ch'ella sia otturata da basso, e lo stesso; sin che lo stantuffo premuto nella sua parte superiore da una colonna d'aria che pesa di su in giù, è altresì premuto nel tempo istesso da un'altra colonna della medesim'aria che sostiene la sua parte inferiore, o immediatamente, o coll'intermezzo d'un altro fluido ch'egli spigne, cotesto stantuffo è in equilibrio tra due potenze eguali; e per muoverlo non s'ha da vincere che il suo sfregamento; ma quando si toglie via la colonna d'aria che lo sostiene di sotto, non si può più tirarlo da giù in su, se non si solleva l'aria che regge sopra di lui,

lui, e queſt'aria è un cilindro, che ha tutta l'altezza dell'atmosfera, e di cui lo ſtantuffo medeſimo è la baſe.

APPLICAZIONI.

Si richiami quì alla memoria il mezzo da noi adoperato nella ſeconda Lezione *, per ſforzar l'acqua ed il mercurio, a paſſar per li pori del legno e della pelle. E ſi capirà, da ciò che poc' anzi abbiam detto circa la preſſione dell'aria, perchè que' fluidi hanno penetrato il fondo del loro vaſe, quando ſi è fatto il vuoto ne' cannoni di vetro, ſu i quali erano poſti, imperocchè è facile intendere, che togliendo via, come abbiam fatto, l'aria che fa equilibrio di ſotto, a quella che preme di ſopra, queſta eſercita tutto il ſuo peſo ſul liquore, e la ſforza a paſſare.

Un mantice chiuſo da tutte le parti, non ha più il moto libero; perchè, ſiccome l'animella della ſeringa della paſſata Eſperienza, egli porta una maſſa d'aria conſiderabile, a cui nulla fa equilibrio di dentro.

Per la ſteſſa ragione, il petto degli animali non può più dilatarſi, come è ſolito fare per la reſpirazione, dacchè ſi chiude ogni azione dell'aria, che deve entrarvi; e gli Anatomici conſentono, che gli animali che ſi annegano, muojono meno dalla quantità d'acqua cui inghiottono, che per l'interruzione del moto neceſſario per reſpirare.

La gravità o la preſſione laterale dell'aria può provarſi con l'Eſperienza che ſiegue.

IX. ES-

* I. e II. Eſperienza Tom. I.

IX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien porre e fermare ſu la piaſtretta della macchina pneumatica, un picciolo mulinetto, e coprirlo d'un proporzionato recipiente, forato lateralmente, e guernito d'un picciol capo di tubo che ſi tiene otturato col dito, mentre ſi rareſà l'aria con una pinta di ſtantuffo ſolamente. *Figura 30.*

EFFETTI.

Dacchè ſi leva via il dito per laſciare il canale aperto, ſenteſi un ſoffio, e vedeſi girare il mulinetto rapidiſſimamente.

SPIEGAZIONE.

Il ſoffio che ſi ſente, non può eſſere attribuito ad altro che all'aria, la quale paſſa con grande velocità dal di fuori al di dentro del recipiente, per ſuccedere a quella che ſi è ſottratta; e però che il canale che le dà ingreſſo, è orizontale, non ſi può far a meno di confeſſare, che l'aria, come tutti gli altri fluidi, eſercita la ſua gravità per fianco, non meno che da ſu in giù.

APPLICAZIONI.

Tutti ſanno, che una botte piena, e ſturata abbaſſo ſolamente, non ſi ſpande, ſe il buco non

è molto grande: la ragione si è, perchè l'aria col suo peso sostiene il liquore che tende ad uscire, e che pesa meno di lei, perchè non ha il liquore un'altezza sufficiente; ma se si farà un'apertura nella parte superiore della botte, l'aria che pesa sul liquore per questo nuovo foro, fa tanto sforzo per sospignerlo fuori da su in giù, quanto una colonna d'aria simile ne fa per impedirne l'uscita da basso, ed allora esso liquore se n'esce per il suo proprio peso. Questa spiegazione può servire a render ragione d'un fatto, che a prima giunta sembra singolarissimo. Empiesi d'acqua un fiasco *Figura* 31., forato in A con un picciol buco, il quale si tien chiuso con una pallottola di cera; a traverso del turacciolo, che chiude puntualmente l'orificio, passa un tubo di vetro B, ch'è aperto da i due capi; e s'empie d'acqua il fiasco ed il tubo. Se si distura il foro ch'è in A, l'acqua se ne scorre fin a tanto, che il tubo sia vuoto; e subito dopo ella si ferma.

Ciò ch'è contenuto nel tubo, dee scorrer giù per il suo proprio peso, perchè l'aria preme tanto in B, quanto resiste in A; ma quando questo tubo è vuotato affatto, dee cessare lo scorrimento; imperocchè l'acqua che è al di sotto di AC, è ritenuta dal suo proprio peso, come lo è ordinariamente in una tazza; e quella ch'è al di sopra di cotesta linea, riman sospesa, non solamente per la pressione dell'aria in A, ma ancor per quella d'una colonna, che agisce per B lungo il tubo.

Finalmente tutti gli effetti, che dipendono dal peso dell'aria, si fanno in una camera, egualmente che fuori; nel barometro, per esempio, il mercurio stassi colà nella medesima altezza,

lezza, e le trombe ſollevano egualmente l'acqua in luoghi coperti: lo che prova, che i ſolaj, o pavimenti non limitano la colonna d'aria, che ſoſtiene il mercurio, o gli altri liquori, ma ch' ella prende il ſuo peſo dall' atmoſfera, con la quale comunica per le fineſtre, o per le porte.

Venghiamo adeſſo alle prove della reſiſtenza, che fa l'aria di giù in ſu.

X. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Riempiaſi d'acqua il cannone di vetro rappreſentato dalla *Figura* 32. copraſi con un pezzo di carta, che tocchi bene gli orli: mettaſi la mano ſopra, e ſi roveſci il vaſe in una ſituazione perpendicolare all'Orizonte.

EFFETTI.

Quando ſi leva via la mano che tiene il pezzo di carta applicato alla bocca del vaſe, l'acqua rimane coſtantemente ſoſpeſa, e la carta che ſerve di baſe vi reſta attaccata.

SPIEGAZIONI.

L'acqua contenuta nel vaſe non può diſcendere e ſfuggirſene, ſe non ricalcando e ſoſpignendo una colonna d'aria DE, appoggiata contro terra, o contro il ſuolo, ma queſta colonna non può rifluire lateralmente, perchè è ſoſtenuta da tutti i lati dall'atmoſfera medeſima, il cui peſo

ſarebbe capace di portare una maſſa d'acqua, che aveſſe 32. piedi d'altezza; così la reſiſtenza della colonna DE, che regge e ſoſtienſi alle colonne vicine, è più che baſtante per impedire la caduta dell'acqua fuori del vaſe.

Il pezzo di carta in queſta Eſperienza non ſerve, che ad ovviare alla diviſion de' due fluidi, che ſtenterebbono a contenerſi, a cagione della grande differenza delle loro denſità. Quando l'aria e l'acqua ſi toccano per baſi men larghe, queſt' avvertenza è inutile, come ſi è potuto oſſervare nelle precedenti Eſperienze.

APPLICAZIONI.

Quì ſi può richiamare all'eſame la fontana intermittente, della quale ci ſiamo ſerviti per provare la reſiſtenza * de' corpi col mezzo di quella dell'aria; e ſi ſcoprirà facilmente, donde le venga l'intermittenza del ſuo ſcolo. Imperocchè, fin tanto che il canale, che porta l'aria nel ſerbatojo, è otturato abbaſſo, l'aria che corriſponde all'orificio de' canaletti diretti verſo la conca, è più forte di quel che fa di meſtieri per fermar la caduta dell'acqua, il cui peſo non può avere il ſuo effetto, ſe non quando ella è tra due arie d'egual forza; e queſto avviene ogni volta che l'acqua della conca aſſendo ſcorſa, l'apertura inferiore del canale reſta ſcoperta. Nel luogo citato abbiam fatto parola ancora d'una ſpezie di tromba, o di canna corpacciuta, che praticaſi nelle officine per attigner l'acqua, che metteſi a rinfreſcare in gran fiaſchi di ſtagno. I liquori re-

* I. Lezion. Sez. III. Eſper. II.

reſtano ancora ſoſpeſi in coteſto iſtrumento, per la reſiſtenza dell'aria da giù in ſu, che ha ſempre il ſuo effetto, quando ſi ottura col dito l'orificio ſuperiore, per impedire che l'aria, la qual vi corriſponde, non uniſca il ſuo peſo a quello del liquore.

XI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

FGHI, *Fig. 33.*, è un tubo di vetro ritorto, che ha una gamba più lunga dell'altra, e che *ſifone* ſi noma: immergeſi la gamba più corta in un vaſe pieno d'acqua, ed applicando in I la bocca, od una picciola tromba, ſi ſucchia l'aria ch'egli contiene.

EFFETTI.

Col ſucchiar che ſi fa in I, il ſifone s'empie d'acqua, e dacchè ſi ſtacca la bocca dal ſifone, comincia un effluvio, il quale continua, ſinchè vi è della acqua nel vaſe.

SPIEGAZIONI.

L'acqua del vaſe eſſendo premuta in tutta la ſua ſuperfizie, dal peſo dell'atmosfera, deve ſcorrer fuori per quella parte, dov'ella ceſsa di provare la medeſima preſſione: laonde ella riempie tutto il ſifone, ſubito che ſe ne ſucchia l'aria, e che ſi ſoſpende la ſua azione in F. Se le due gambe foſſero eguali, come FG, GH, dopo il

ſucchiamento non vi ſarebbe effluvio di liquore, perchè la colonna d'aria che reſiſterebbe in H, eſſendo così alta come quella che preme in F, le farebbe equilibrio, e l'acqua ricaderebbe per il ſuo proprio peſo. Ma quando l'una delle due gambe ha il ſuo orifizio al di ſotto della ſuperfizie del vaſe, come G I, quantunque la colonna d'aria che le corriſponde, ſia più lunga di quella che peſa in F, non è in iſtato d'impedire lo ſcorrimento dell'acqua.

Per ben cogliere la ragione di ciò, biſogna conſiderare la colonna totale d'aria I K, come diviſa in due parti, una delle quali K H, fa equilibrio a L F, e ſarebbe capace di fermar l'acqua ſe il tubo finiſſe in H: L'acqua che riempie la parte H I del ſifone, non trova dunque altra reſiſtenza in I, che una colonna d'aria della medeſima ſua lunghezza, e che peſa molto meno. Queſta porzione d'acqua ſcorre dunque per l'eccesſo del ſuo peſo: ma nel mentre ch'ella cade, nulla ſoſtiene quella ch'è al di ſopra: perciò ella è di continuo ſupplita, e ne viene ſempre in luogo della prima: così l'effluvio ſegue, non perchè l'aria non reſiſte, ma perchè ad altezza eguale, l'acqua peſa più dell'aria. E per queſt'ultima ragione, la reſiſtenza dell'aria in I, ch'è ſempre vinta, tanto più lo è, quanto la parte H I del tubo è più lunga; la preſſion in A diviene tanto più forte; e ciò evidentemente ſi vede dalla ſeguente Eſperienza.

XII. ES.

XII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

AB, *Figura* 34., è un groſſo tubo di vetro, di circa pollici 15 di lunghezza, chiuſo in B, e guernito in A d'una ſtaffetta di metallo, con un fondo, a cui ſono ben attaccati e ſaldati due tubi che poſsono avere interiormente 2 linee $\frac{1}{2}$ di diametro. Il più corto di eſſi, il quale fa gomito, ſi ſolleva 2 o 3 pollici in forma di coperchi bucati nel cannone groſſo; l'altro più lungo, aperto pure da i due capi, non eccede il fondo al quale è ſaldato, ma ſi divide in due parti, che poſſono ſepararſi in D, e riunirſi a vite. Si roveſcia queſt'iſtrumento; affine di farvi ſcorrere per lo tubo più lungo alcuni pollici d'acqua; quindi rimetteſi nella ſua ſituazione naturale, e nello ſteſſo momento s'immerge la gamba che fa gomito in un vaſe pieno d'acqua.

EFFETTI.

Subito l'acqua ſcorre fuora per la gamba più lunga, e ſcorgeſi un getto d'acqua nel groſſo cannone; ma queſto getto, molto più alto ſollevaſi, quando il tubo, per ove ſi fa l'effluvio, è compoſto delle ſue due parti, che quando ſe ne leva via una.

SPIEGAZIONI.

I due piccioli tubi, ed il cannone groſso, a cui metton capo, devono eſsere conſiderati come un ſifone, l'acqua che aſcende per la gamba più corta, e che slanciaſi fuor della ſua eſtremità, è alzata dal peſo dell'aria, che opera ſu la ſuperficie del vaſe; e poichè queſto slancio dell'acqua è tanto più grande, quanto l'altra gamba è più lunga, queſt'è ſegno certo, che la preſſione che lo cagiona, creſce a proporzione di queſt'allungamento, come abbiam detto di ſopra.

APPLICAZIONI.

Il ſifone, che abbiamo poc'anzi adoperato, può eſsere fatto in tal maniera, che il corpo o catino, ed i rami ſieno appiatati in un piediſtallo, o in altra guiſa; ed allora ne proviene un getto d'acqua ſopra della ſua ſorgente. Vedi la *Figura 35*.

Generalmente i ſifoni ſono molto in uſo nelle cantine, ne' laboratorj Chimici, nelle officine ec. per attignere i liquori a chiaro e più limpidi: poichè queſto iſtrumento li attrae per la ſuperficie, ſenza eſsere obbligati di agitare i vaſi, il mezzo è ſicuro per attingere ſenza feccia i vini, i roſolj ec.

La figura e la materia del tubo, niun cambiamento apportano all'effetto del ſifone. Se trovaſi in una montagna una vena di ſabbia, che abbia la forma di queſt'iſtrumento, e che ſia racchiuſa tra la ghiaia, o in qualche altra materia men atta a fil-

a filtrar l'acqua, queſto ſifone naturale eſaurirà una cavità piena d'acqua, a cui corriſponderà la ſua gamba più corta, e ſe gli ſcoli dell'acqua, che ne ſomminiſtrano al ſerbatoio, od alla doccia, ſi faranno più lentamente che la ſua evacuazione, l'eſtremità della gamba più lunga ſarà una ſorgente, od una fontana naturalmente intermittente e periodica.

Il bicchiere a ſifone, rappreſentato colla *Figura 36.* renderà ſenſibile queſt'idea. La coppa d'eſſo bicchiere, che s'empie d'acqua, può rappreſentare la cavità, che noi ſupponiamo nella montagna: il tubo ritorto, la cui gamba più lunga paſſa a traverſo del piede, cagiona un evacuazione, che comincia ſubito che l'acqua è arrivata al di ſopra della curvatura del tubo, e che, finita ch'ella è, non ricomincia ſe non quando il bicchiere ſia di nuovo riempiuto.

Forza è confeſſare, che per dedurre da queſta Eſperienza una compiuta ſpiegazione delle ſorgenti periodiche, ſuppor ſi dee un eſaurimento perfetto nella cavità che ſerve di ricettacolo o di conſerva: imperocchè l'effluvio del noſtro bicchiere a ſifone, cominciato che ha una volta, non finirebbe, ſe ſi avvertiſſe di mantener dell'acqua nel vaſe; e ſi durerà fatica a concepire, che la ſorgente che faſſi all'eſtremità del ramo più lungo del ſifone, poſſa avere delle intermittenze, ſe gli ſcoli che ſomminiſtrano dell'acqua al ramo più curto, non ne hanno. Ma queſte ſorte d'effetti naturali hanno per ordinario più cagioni a un tratto, ed è ſempre un vantaggio poterne indicare qualcuna.

Siccome i liquori debbono aſcendere nella gamba

ba più corta del ſifone, prima che ſcorrere fuora per la più lunga, ed ivi ſono elevati dal peſo dell' aria che opera ſulla doccia, haſſi a regolare l' altezza di queſta parte del tubo, ſecondo il peſo attuale dell' atmoſfera, e la denſità del liquore, cui dee contenere. Imperocchè, ſecondo quello che abbiamo inſegnato intorno alle trombe aſpiranti, l' acqua comune non ſi ſolleverebbe in un ſifone, al di là di 32 piedi, nè il mercurio al di là di 27 o 28 pollici; oltrechè non biſognerebbe, che il uogo dell' Eſperienza foſſe molto elevato ſopra 'l ivello del mare.

Queſta rifleſſione m' ha fatto penſare, che ſi potrebbe facilmente comparare aſſieme, ed in poco tempo, le denſità di due liquori, col mezzo di un ſifone aperto nella ſua curvatura, e a cui foſſe ſoprapoſta una picciola tromba aſpirante, ſiccome rappreſenta la *Fig.* 37. Imperocchè, eſſendo queſt' iſtrumento attaccato ſopra una tavola diviſa in gradi, a pollici e linee, ſe i rami ſono immerſi egualmente in due vaſetti, l'uno de'quali, per eſempio, contenga del mercurio, e l'altro dell'acqua, rarefacendo l'aria de'tubi col mezzo della piccola tromba, ciaſcun liquore ubbidirà alla preſſione dell' aria eſterna, ch'è ad ambedue comune, ſecondo la miſura o proporzione della ſua denſità; ſe il mercurio ſi ſolleverà 1 pollice, l'acqua aſcenderà al 14. Ma ſe ſi faceſſe uſo di queſto iſtrumento, biſognerebbe che i tubi da una parte e dall' altra, aveſſero almeno 3 o 4 linee di diametro interamente. Ne diremo la ragione in fine della Lezione che ſegue.

LE-

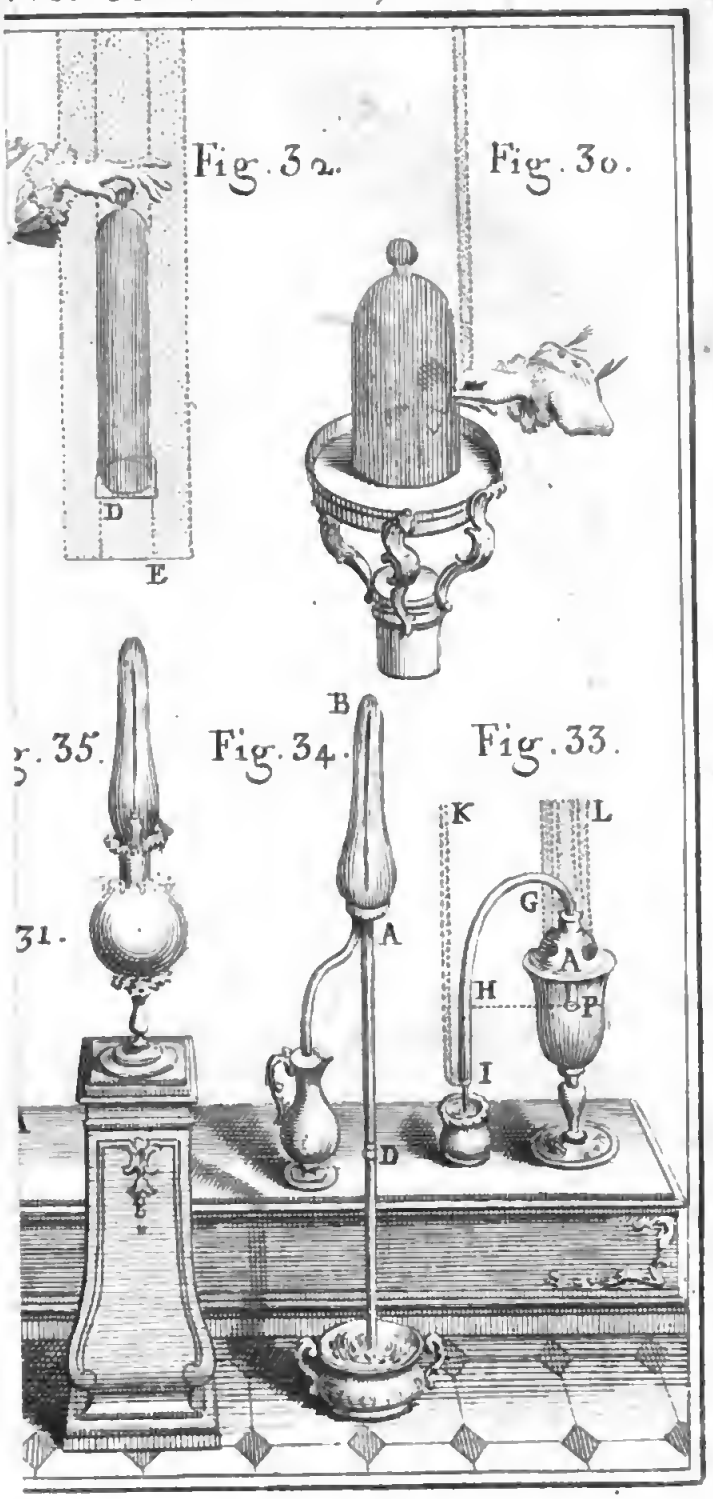


Fig. 32.
Fig. 30.
D
E
B
Fig. 34.
Fig. 33.
K
L
G
A
H
P
I
D

LEZIONE OTTAVA.

Si continua a ragionare dell' Idroſtatica.

III. SEZIONE.

Della Gravità e dell' Equilibrio de' Solidi, immerſi ne' liquori.

QUando un corpo ſolido è immerſo, occupa il luogo d' un volume di liquore eguale al ſuo; quando egli non foſſe una qualche materia ſpugnoſa, la quale ammette una porzione del liquore ne' ſuoi pori, o pure un corpo diſſolubile, le cui parti diſunite poſſono allungarſi ne' pori medeſimi del diſſolvente. Imperocchè, in queſti due caſi, i volumi, o le grandezze apparenti così del ſolido, come del liquore, ſi confondono un poco; e quando ſono meſcolati, accade per lo più, che occupino men di luogo, che non ne facea d' uopo per contenerli ſeparatamente: un vaſe, eſempigrazia, la di cui capacità eguagliaſſe due ſeſtarj, non farebbe pieno, ſe vi ſi metteſſe un ſeſtario d' acqua, ed una pari miſura di zucchero in polvere, o di pezzi di ſpugna. Noi non ci proponiamo adeſſo di eſaminare queſte ſorte di effetti: conſideriamo bensì i corpi immerſi, come

me interi e impenetrabili a que' fluidi che li ricevono; tal'è una palla d'avorio, che si cala nell'acqua, e che fa che l'acqua si sollevi verso gli orli del vase, dov'è contenuta.

Quel volume di liquore smosso del suo luogo dal corpo immerso, o sia la quantità che sollevasi al di sopra del piano, nel quale s'era fermata la superficie del liquore avanti l'immersione; quel volume, dico, pesa più o meno secondo la sua densità: imperocchè i fluidi, siccome anco i solidi, varian fra essi, per la quantità di materia propria, che racchiudono sotto un certo volume; ed il medesimo liquore non è sempre ugualmente denso.

Si può far quì due suppozizioni: 1. Che il volume di liquore di cui trattasi, eguagli in densità, e per conseguenza nel peso, il corpo solido che ha pigliato il suo luogo: 2. ovver che l'un de' due pesi più che l'altro. Chiameremo *gravità respettiva*, la quantità di che il più pesante supererà il più leggiero; di maniera che, se un volume d'acqua pesante una lira, è smosso da un solido che pesa una lira $\frac{1}{2}$, la gravità respettiva di questo, sarà una mezza lira.

PRIMA PROPOSIZIONE.

Un corpo solido immerso, è compresso da tutti i lati dal liquore che lo attornia; e la pressione ch'egli prova, è tanto più grande, quanto il liquore ha più densità, e quanto il corpo è più profondamente immerso.

Nella

Nella prima Sezione della Lezion precedente, noi abbiam fatto vedere, che il peſo de' liquori s'eſercita per tutti i verſi. Abbiamo inoltre provato, che queſta preſſione creſce in ragione dell'altezza del liquido; e finalmente, nella ſeconda Sezione è ſtato dimoſtrato, che vi è equilibrio tra due liquori, le cui altezze ſono in ragione reciproca delle lor denſità, o gravità ſpecifiche. La propoſizione che quì abbiam recata, è una conſeguenza delle teſtè annoverate: dalla prima egli ne ſegue, che *un corpo immerſo, è compreſſo da tutte le parti*. Dalla ſeconda ne ſegue, che *la preſſione ch'egli prova, è tanto maggiore, quanto è più profondamente immerſo*. E dalla terza finalmente ſegue; che date eguali profondità, *il carico è tanto più grande, quanto il fluido ha più di denſità, o di gravita*.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 1. rappreſenta un gran vaſe di vetro pieno d'acqua chiara, nella quale immergeſi una veſcichetta piena d'acqua colorata, e legata ad un tubo, il quale è aperto ne' due capi.

EFFETTI.

Quando la veſcica è intieramente immerſa, d'acqua colorata comincia a ſalire nel tubo, e vi ſi ſolleva ſempre più, a miſura che ella vi s'immerge

merge più addentro, di maniera che ella è sempre così alta, come la superficie dell'aqua contenuta nel gran vase.

SPIEGAZIONE.

L'acqua colorata, che si solleva nel tubo nel tempo dell'immersione, prova incontrastabilmente, che la vescica è compressa, e che il suo ventre è diminuito: quando si vede quest'effetto crescere a misura ch'ella più addentro s'immerge; forza è confessare che la pressione dell'acqua che n'è la cagione, cresca anch'essa; e come non ha ella a crescere, se il corpo immerso si trova allora caricato di colonne più alte, e che hanno sempre, o con pochissimo svario, basi egualmente larghe? Dico, con pochissimo svario; imperocchè la compressione diminuisce il volume totale della vescica, e la sua superficie non è così grande nel fondo del vase, come ella lo è a fior d'acqua.

L'acqua colorata sollevasi nel tubo, a misura, che egli s'avvicina verso il fondo, ma non eccede mai la superficie dell'acqua del gran vase; perchè essendo i due liquori della medesima densità, quando mettonsi in equilibrio, debbono le loro altezze essere eguali. Così non sarebbe, se la vescica in luogo d'acqua, contenesse spirito di vino, o mercurio; l'ultimo di questi due fluidi terrebbesi più basso che l'acqua del vaso; e l'altro s'innalzerebbe un poco al di sopra.

Quando si adopera una vescica alquanto grossa, s'osserverà, che la compressione ch'ella prova, non è eguale da tutte le parti, e ch'ella è più

pre-

premuta di giù in ſu, che lateralmente; imperocchè la ſua figura ſi muta, e viene ella un poco a ſchiacciarſi. Quantunque la refrazione della luce cambj l'immagine dell'oggetto in ſimil caſo, deeſi concedere che in una tale apparenza, qualche coſa vi ſia di reale, ſe ſi pon mente che le colonne d'acqua corriſpondenti alla parte inferiore della veſcica, ſono più lunghe e più peſanti, che quelle che circondano i ſuoi lati, e che la fleſſibilità di queſto corpo lo rende idoneo a ſoggiacere all'effetto di tali differenze.

APPLICAZIONI.

Tutti gli animali, che appartengono alla terra, vivono o nell'aria, o nell'acqua; per conſeguenza ciaſcuno d'eſſi è eſpoſto alla preſſione d'un fluido, che lo attornia da tutte le parti, e che ha un peſo od un carico notabile, ſe ſi riguarda alla ſua altezza. Una colonna dell'atmosfera equivale, come l'abbiam precedentemente veduto, ad una colonna d'acqua di ſimil baſe, che aveſſe 32 piedi d'altezza. Se per eſempio tal colonna è un cilindro d'un pollice di diametro, il peſo n'è conſiderabiliſſimo; ma quante baſi ſomiglianti o quanti cerchi d'un pollice di largezza s'avrebbono da contare ſopra la ſuperficie intera d'un uomo? Applicando il calcolo a queſta conſiderazione, trovaſi, che una perſona di mezzana ſtatura corriſponde ad una maſſa d'aria, che eccede il peſo di 20000.

Ma un peſce nel fondo d'un fiume o d'un lago, ſoſtiene non ſolamente la preſſion dell'aria, come gli animali terreſtri, ma ancor quella dell'

ac-

acqua, in guisa che s'egli sta 32 piedi a fondo, è caricato di due volte il peso dell' atmosfera. Qual sarebbe dunque la pressione, fatta sopra d' un animale, il quale vivesse in fondo del mare?

Questi pesi enormi, applicati continuamente alla superficie de' corpi, non li distruggono tuttavia, perchè, come la vescica della premessa Esperienza, sono interiormente sostenuti dal medesimo fluido che li circonda. Noi respiriamo la medesima aria, che ci comprime al di fuori: ed i pesci sono nel medesimo caso, in riguardo all'acqua; imperocchè se respirano dell'aria con l'acqua, quest' aria avanti che passi nel loro corpo, è in equilibrio, mercè della sua elasticità, con la pressione del fluido, di cui è caricata. Il moto del petto nel tempo della respirazione, non è libero se non in quanto vi ha equilibrio tra l' aria esterna e quella di dentro; ogni accidente, che rendesse questa più debole o più forte, farebbe sì che si respirasse con difficoltà,

Non solamente la pressione esteriore de' fluidi non distrugge i corpi sopra i quali ell' adopera; ma li conserva al contrario nella lor forma naturale, a cagione della sua egualità; ella contribuisce bene spesso alla coerenza delle loro parti, e ferma in parecchie il progresso della fermentazione, o della corruzione, che tende a dissiparli. Possiam di ciò rinvenir le prove, senza partirsi dal genere animale. Quando si applica una ventosa, operazione le molte fiate più dolorosa che salutare, e che in Francia è andata in disuso, si solleva un tumore nella parte carnosa del corpo, su cui si fa cessar la pressione dell' aria, appli-

plicandovi una piccola tromba, od una piccola campana di vetro, nella quale si accende un po di stoppa per rarefar l'aria. Cotesta elevazione della pelle è causata dall'afflusso del sangue e degli altri fluidi, che essendo per tutt'altro luogo più compressi, si portano al sito dove è minor la pressione.

Per una sospensione eziandio del peso dell'aria, simile a un dipresso alla descritta, gli animali appena nati traggono il latte dalle mammelle delle loro nutrici essendo tutta la parte ove la natura ha raccolto quest'alimento, compressa come il resto del corpo, eccettuato il luogo che si succia, si fa uno scolo, siccome avverrebbe, se restando il capezzolo esposto alla pressione dell'aria, il rimanente fosse più compresso che al solito. E' dunque manifesto da questi esempj, che la pressione eguale dei fluidi ambienti, e la resistenza ch'eglino fanno interiormente, contiene i corpi nel loro stato naturale, e ch'ella è necessaria a tal effetto.

E' tuttavia da presumere, che l'equilibrio delle due pressioni, l'interna e l'esterna, non basterebbe sempre per conservare l'economia animale nel suo intiero tuono. Vi sarebbe senza dubbio un qualche grado di compressione, che la sconcerterebbe. Supponiamo, per esempio, che la vescica della nostra Esperienza, in luogo d'essere una membrana sottile e solida sia una sostura lasca, e spongiosa; certo è, ch'essendo ella ben addentro tuffata nell'acqua, la sua grossezza sarebbe molto premuta da un canto e dall'altro, che le sue fibre si ravvicinerebbono, e che ne verrebbe cambiato l'ordine. Così un animale,

che ſe ne ſta a ſuo comodo nel proprio naturale elemento, patirebbe, ſe la preſſione alla quale è avvezzo, s' accreſceſſe notabilmente, benchè egualmente creſceſſe tanto al didentro quanto al di fuori.

Sarebbe forſe queſta ragione principale, per cui non poſſono i palombari rimaner ſott' acqua lungo tempo, in profondità grandi? Imperocchè ſi fanno eſſi calare a fondo in una grande campana piena d' aria, la qual aria s'ha il ſecreto di rinovare, dacchè s'è conoſciuto che queſto era neceſſario per reſpirare ſenza pericolo e liberamente. Tuttavolta ad onta delle cautele che fin' ora ſi ſon ſapute uſare, vedeſi che un uomo il quale ſi eſpone nella detta macchina, ivi quaſi ſempre ſi trova in uno ſtato violento, e bene ſpeſſo ſi è veduto uſcirne fuora cogli occhi gonfi, e con uſcita di ſangue dal naſo e dalle orechie; di maniera che queſta invenzione provata in differenti paeſi, e in molte guiſe, non ha per anche avuto gran ſucceſſo. La ragione ſi è, perche non baſta provedere il palombaro di aria nuova; biſognerebbe che queſt' aria non foſſe molto differente dalla ſua ordinaria denſità; lo che non par praticabile ſotto un volume di acqua non picciolo, di cui dee' neceſſariamente ſopportar la preſſione. La più bella prova di queſto genere, che ſia ſtata fatta, ſi è quella del Sig. Halley, che reſtò ſott' acqua più d' un ora, ſenza patirne incomodo; ma la ſua campana non fu immerſa a maggior profondità di 54 piedi Franceſi, il che non baſterebbe in molte occaſioni; oltre di che ella era aſſai grande, e ſe queſta condizione era neceſſaria per l' eſito ch' ella ſorti, come ſi può cre-

crederlo, non si potrebbe se non di rare servirsene, e in casi d'una grande importanza, a cagione delle grandi spese, e degl'impacci che sono inevitabili nell'uso d'una tal macchina.

II. PROPOSIZIONE.

Se il corpo immerso è più pesante, che il volume di liquore, ch'egli ha mosso di luogo, la sua gravità respettiva lo fa cadere al fondo del vase, se ha libertà per ubbidirgli.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

L'instrumento rappresentato nella *Figura* 2. è una bilancia idrostatica, che ha per base una cassa foderata di piombo. I tre vasi di vetro A, B, C, si regono e fermano a vite su' loro piedi i quali son cavi, e comunicano con un canale nascosto sotto il coperchio della cassa. Questo canale è corredato di tre chiavette, o fori di comunicazione, due alle estremità che si vedono in D, e in E; ed altre due in F ed in G. Questi ultimi due fori aprono, disserrandosi colle lor Chiavi, comunicazione fra li tre vasi, di maniera che quello ch'è nel mezzo essendo pieno d'acqua od altro liquore, quei de' fianchi insieme, o l'un senza l'altro, possono empirsi per il fondo: i due fori D, E, servono ad evacuare nella cassa, i vasi laterali, ed anche quello di mezzo, se le comunicazioni sono aperte. Il capitello del vaso grande porta uno stilo di bilancia, con due

piccioli bacini, che si possono levare quando bisogna, e sotto i quali stanno due uncinetti che girano, *b*, *k*, ai quali sospendonsi i corpi che un vuol pesare ne' vasi laterali, ai quali corrispondono.

Quest'istrumento fornito di tutti i pezzi che ne dipendono, s'adopera commodamente, e senza causare immmondezze, per far tutte le sperienze, che riferisconsi a quest' ultima parte dell' idrostatica. Ma per non ripetere più volte la medesima figura, non riferiremo per cadauna esperienza se non le cose necessarie al fatto che si haverà tra mani, supponendo il resto, come poc'anzi si è da noi descritto.

Per la prova della nostra seconda Proposizione, essendo il vaso B quasi pieno d'acqua, vi si tuffa una picciola palla d'avorio, sospesa per un filo al braccio della bilancia. Vedi la *Fig. 3.*

EFFETTI.

1. Se non si mette niente nella bacinetta opposta a quella che sostiene la palla sospesa, questa palla cade al fondo del vase.

2. Se si carica la bacinetta opposta per tener la palla in equilibrio nell' acqua, il peso che a tal uopo s'impiega, è sempre molto minore, che quello della palla pesata nell'aria.

SPIEGAZIONI.

La palla d'avorio della nostra Esperienza, tien luogo d'un volume d'acqua, il quale, se ci fosse, sarebbe perfettamente in equilibrio con tutte

le

le parti ſimili della medeſima maſſa, fluida, ſecondo la quarta propoſizione della prima Sezione; coteſto volume non potrebbe nè ſmuovere o traportare col ſuo peſo quello di ſotto, nè eſſere ſmoſſo o traportato da quello di ſopra, perchè queſti non avrebbe maggior forza ch' eſſo per andare a fondo, e quegli n' avrebbe tanta quanta eſſo por reſiſtere alla ſua caduta; ma quando in luogo ſuo vi è un corpo più denſo o più peſante, il volume d'acqua ch' è di ſotto, deve cedere, non già a tutto il ſuo peſo, ma all'eccesſo, ch' egli ha ſopra di lui; laonde per impedire che la palla immerſa non cada al fondo, non è biſogno di mettere nel bacino oppoſto un peſo che ſia eguale al ſuo, ma ſolamente una quantità, che pareggi quella, della quale l' avorio ſupera un egual volume d'acqua.

Non occor immaginarſi, che un corpo il quale affonda ſott' acqua, creſca nel peſo per l' aumento della colonna ch' egli laſcia ſopra di sè. Imperocchè il peſo di queſta colonna è ſempre contrabilanciato dalla reſiſtenza di quella ch' è di ſotto, e queſta reſiſtenza è ſoſtenuta dalla preſſione delle colonne vicine, che pareggiano in altezza quella che peſa ſul corpo immerſo. Queſti è dunque ſempre in equilibrio, riſpetto alle due preſſioni di ſopra e di ſotto, e s' egli cade, ciò è, perchè ha, in virtù d' una maggior quantità di materia, la forza di ſmovere di luogo continuamente una quantità di liquori che non gli è eguale ſe non nel volume.

L' accelerazione, che ſi oſſerva nella caduta de' gravi, non può dunque eſſere attribuita come hanno preteſo alcuni Filoſofi al fluido, la cui

altezza si aumenta al di sopra di essi, secondo che cadono; oltre a che, quest'aumentazione di altezza dalla parte del fluido, non corrisponde a' progressi dell'accelerazione de' corpi, che ubbidiscono alla loro gravità, nè alla natura della gravità, che affetta i corpi in ragione della loro massa, e non in ragione del loro volume.

CONSEGUENZA.

Segue dalla proposizione, fin ora provata, che un corpo, qualunque egli sia, non cade, o non tende mai a cadere con tutta l'intensione della sua gravità assoluta; imperocchè in qualunque luogo che succeda la sua caduta, egli è sempre immerso in un mezzo materiale, di cui smove e traporta un volume simile al suo; e però, siccome alla palla d'avorio della nostra Esperienza, non gli resta, per gire dall'alto al basso, fuorche la sua gravità respettiva: le gocce di pioggia, i grani di tempesta, i fiocchi di neve, non discendono verso la superfizie della terra, se non in quanto eccedono nel peso la quantità d'aria, di cui occupano il luogo. Essendo l'aria un fluido molto leggiero, la gravità respettiva dei corpi ch' ella circonda da tutte le parti, poco differisce dalla loro gravità assoluta: tuttavolta se ne scorge la differenza, allorchè si pesa un medesimo corpo successivamente nell'aria e nel vuoto, come nell' Esperienza seguente.

III. ES-

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Disponga si in un largo recipiente una bilancia mobile e giustissima, in così fatta guisa, che si possa sollevarne l'asta con tirare l'ansa o manico 1. *Fig.* 3. Prima di fare il vacuo con la macchina pneumatica, convien aver messa in equilibrio una picciola palla di piombo da una parte e dall'altra una grossa palla cava di carta, ed avvertire che questi due corpi non posino sopra niente d'umido o di grasso, che possa impedire gli effetti naturali della gravità, quando si leva la bilancia.

EFFETTI.

La palla di carta, che nell'aria era in perfetto equilibrio col piombo, trovasi più pesante di esso nel vacuo.

SPIEGAZIONE.

La palla di carta nell'aria, ha solamente la sua gravità respettiva da opporre al piombo; nel vuoto ella gode della sua gravità assoluta, non essendo sensibilmente sostenuta da alcun fluido. Ora la gravità assoluta è sempre maggiore che la gravità respettiva, poichè questa è solo un residuo di quella. Si può rispondere, che il piombo nel vuoto ritorna anch'egli alla sua gravità assoluta; ma vedrassi fra poco (e si potrebbe già

ſcorgerlo in qualche modo) che quando i volumi in equilibrio differiſcono fra eſſi, come quei che abbiamo adoperati, quello che ricuperano della lor gravità, quando ceſſano d'eſſere immerſi, non è eguale da una parte e dall'altra.

APPLICAZIONI.

Se l'immerſione riduce i corpi ad una gravità reſpettiva, ſempre minore che la loro gravità aſſoluta, le forze che li ſoſtengono, non hanno più biſogno d'eſſere tanto grandi, quanto eſſer dovrebbono, ſe non foſſero immerſi. Perciò ben ſi ſcorge queſta differenza, allorchè ſi trae fuori dell'acqua qualche maſſa d'un volume conſiderabile. I peſcatori, che hanno ben empiuta la rete, non temono di romperla, ſe non quando la ſollevano dall'acqua nell'aria; ſi ſalva ſenza fatica una perſona ch'è in pericolo d'annegarſi, quando ſi può afferrarla per la parte anche più fragile delle ſue veſtimenta, un ajuto ſimigliante non baſterebbe ad uno, che foſſe in atto di cadere per una fineſtra: la ragione ſi è, perchè un uomo nell'acqua, non ha talor più d'una lira o due di gravità reſpettiva, e n'ha bene ſpeſſo più di 130, nell'aria.

III. PROPOSIZIONE.

Quello che un ſolido immerſo perde del ſuo peſo, è uguale al peſo del volume di liquore traportato dal ſuo luogo.

Abbiamo veduto dalle prove della propoſizione antecedente, che un corpo immerſo perde una par-

parte del ſuo peſo, durante l'immerſione: con queſta vogliamo dar a conoſcere qual ſia queſta quantità del ſuo peſo, che gli manca mentre egli è immerſo; e ſecondo il noſtro aſſerto, ſe il volume di liquore traportato dal ſuo luogo, e ſoſpinto peſa due oncie, ed il corpo immerſo ne peſa quattro, queſti perde la metà del ſuo peſo; e la forza che s'impiegherà, per impedire ch'ei non cada al fondo del vaſe, non averà più da ſoſtenere ſe non due oncie.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

L, *Fig.* 2. è un piccolo cilindro ſolido di mettallo, capace di puntualmente riempire il picciolo vaſo M, ſotto 'l quale è ſoſpeſo. Attaccaſi tutto, e metteſi in equilibrio col peſo N all'aſta della bilancia, e ſi fa venir dell'acqua nel vaſe A, ſin che il piccolo cilindro ſia interamente immerſo.

EFFETTI.

Con l'immerſione del corpo L, il peſo N diventa troppo peſante, e l'equilibrio ceſſa; ma ſi rimette, dacchè riempieſi d'acqua il picciol vaſo M.

SPIEGAZIONI.

Il piccolo cilindro, dacchè è immerſo, diventa troppo leggiero, perchè l'immerſione gli toglie

glie una parte del ſuo peſo; ma come quella quantità che gli manca è eguale nel peſo al volume d'acqua da sè traportato, o ſmoſſo di luogo, l'equilibrio ſi rimette, quando ſi carica il braccio della bilancia con una quantità d' acqua, che ha la ſteſſa grandezza che il corpo immerſo. Queſta propoſizione, così da noi provata, ha molte conſeguenze, che quì dedurremo.

PRIMA CONSEGUENZA.

Poichè il volume di liquore traſportato di luogo, miſura la quantità che il corpo immerſo perde del ſuo peſo, ſegue, che, date eguali quantità di materia, quanto più grandi ſono i corpi, tanto più perdono del loro peſo con l'immerſione. Una lira d'avorio ſarebbe dunque più ſoſtenuta nell'acqua, che una lira di marmo, la gravità reſpettiva ſarebbe differente in entrambi, quantunque queſte due materie foſſero immerſe nel medeſimo fluido.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Mettete in equilibrio nelle braccia della bilancia una palla d'avorio, ed una palla di piombo e fate venir l'acqua nei due vaſi, ai quali detti due corpi corriſpondono, *Fig.* 4.

EFFETTI.

Subito che vi è tant' acqua ne' vasi, che basta per sommergere le due palle, l'asta della bilancia non può più rimanere in una situazione orizontale, il piombo traporta l'avorio.

SPIEGAZIONE.

Ciascuno di questi due corpi perde una parte del suo peso nell' acqua, ma queste quantità perdute sono ineguali fra esse; imperocchè sono proporzionali ai volumi d' acqua traportati di luogo e il piombo ne traporta meno che l'avorio: questi perde dunque più che l'altro del suo primo peso, il che rompe l'equilibrio.

APPLICAZIONI.

Il piombo, il ferro fuso, il rame sono le materie, comunemente praticate, per far pesi di bilancia. Questi metalli hanno per ordinario molto meno di volume, che i corpi coi quali si mettono in equilibrio; ma per fare quest' equilibrio nell' aria, ove si pesano sempre le mercanzie, bisogna supplire con una maggior quantità, all' inegualità della perdita che fanno due corpi pesati nel medesimo fluido, quando le loro grandezze sono ineguali; così il mercante dà più di una lira di piuma, quando la pesa a rincontro d' una lira di piombo: imperocchè queste due materie nell' aria non hanno se non la lor gravità

respet-

respettiva, vale a dire, che cotesto fluido toglie loro una parte della lor gravità assoluta, e ne toglie più a quella delle due, che ha più volume; di maniera che se si riportasse la bilancia carica nel vuoto, bisognerebbe necessariamente levar via della piuma, per conservar l'equilibrio. Il mercante dunque s'avantaggia, se riduce al più picciol volume che è possibile, quello che egli vende a peso: e se le materie preziose, come il diamante, si pesassero sotto volumi, che portasse la spesa di considerare, come grandi, più si guadagnerrebbe a venderle al peso di ferro, che al peso d'oro o di piombo, particolarmente quando l'aria nella qual fosse la bilancia, diventasse più densa.

II. CONSEGUENZA.

Segue in oltre dalla terza proposizione, che quanto più il volume di liquore mosso e sospinto è materiale, tanto più il corpo immerso vien sostenuto: così la gravità rispettiva d'un medesimo corpo dopo l'immersione, debb'essere tanto maggiore, quanto il liquore è men denso.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Tengonsi in equilibrio su le braccia della bilancia due picciole palle d'avorio eguali in grossezza; empionsi d'acqua i due vasi ai quali elle-

no

no corriſpondono; quindi vuotato uno delli due, ſi ſoſtituiſce all' acqua ch' ei conteneva, dell' acquavite, o dello ſpirito di vino, *Figura* 5.

EFFETTI.

1. Finchè i due vaſi ſono pieni del medeſimo fluido (d' aria, o d' acqua,) l' equilibrio ſuſſiſte tra le due picciole palle immerſe;

2. Quando una di eſſe ſi tuffa nell' acqua, e l' altra nello ſpirito di vino, o nell' acquavite, queſta traſporta la prima.

SPIEGAZIONI.

I volumi di liquori ſmoſſi e ſoſpinti dal loro luogo, ſendo miſurati da corpi d' eguali grandezze, e queſti volumi eſſendo preſi nel medeſimo liquore, ſono perfettamente ſimili tra eſſi, avutoſi riguardo alle loro quantità di materia, e per conſeguenza reſiſtono egualmente ai corpi immerſi che hanno da ſoſtenere; e però che queſte due palle hanno gravitadi aſſolute, molto eguali fra loro, la lor immerſione nella ſteſs' acqua toglie quantitadi eguali a quantitadi eguali, i reſidui ſono eguali, e l' equilibrio ſuſſiſte. Ma quando l' una delle due palle è immerſa in un liquore meno denſo dell' acqua, ella è men ſoſtenuta, perde meno del ſuo primo peſo, la ſua gravità reſpettiva è più grande, e la vince ſu l' altra.

III. CONSEGUENZA.

Essendo che la densità è più o men grande, non solo in fluidi differenti, ma nel medesimo fluido ancora, in cui ella variar può per lo freddo, per lo caldo, o d'altra guisa; ed alle stesse variazioni essendo soggetti i solidi che s'immergono: avvenir può che la gravità respettiva d'un medesimo corpo varj, quantunque nel medesimo liquore.

VII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Figura 6.* rappresenta una piccola caraffa di vetro piena di spirito di vino, e dentro la quale s'è chiusa una figurina di smalto, che ordinariamente sta sollevata, perchè è più leggiera d'un simil volume del liquore nel quale si sta: la caraffa mette capo in un bagno maria, che fassi riscaldare, col mezzo d'una lampanetta accesa di sotto.

EFFETTI.

Quando lo spirito di vino ha ricevuto un certo grado di calore, vedesi discendere la piccola figura al fondo della caraffa, e quando il liquore è raffredato ella rimonta.

SPIE-

SPIEGAZIONE.

Il calore dilata tutti i corpi, come lo farem vedere, parlando dell'azione del fuoco. Lo ſpirito di vino, che s'è ſcaldato, è dunque meno denſo, di quel che foſſe, eſſendo più freddo. Ma ſe la maſſa totale di queſto liquore occupa uno ſpazio più grande di prima, biſogna che le ſue parti ſieno più rare, più ſcoſtate l' une dall' altre; in ſomma meno di queſte parti vi a nel volume miſurato dalla figura di ſmalto; e per conſeguenza non è più capace di ſoſtenerla; va ella al fondo della caraffa, e vi reſta, fin che le coſe ſono in queſto ſtato; ma quando lo ſpirito di vino ſi raffredda, le ſue parti ſi ravvicinano, ſi condenſano, ed il volume che corriſponde alla picciola figura, creſcendo di materia, e di peſo per conſeguenza, diventa in iſtato di ſoſtenerla e ſollevarla. Vero è che il medeſimo calore che dilata il liquore, dilata pure la figura di ſmalto; ma la dilata meno, e queſto baſta per far naſcere gli effetti, che abbiamo ſpiegati.

VIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Il vaſe rappreſentato dalla *Fig.* 7. è una ſpezie di lunga bottiglia di vetro, elevata ſopra una zampa o baſe della ſteſſa materia; ell'è ripiena d'acqua, e ſe ſi vuole che l'inverno ella non ſi geli, vi ſi può mettere un terzo di ſpirito di vino, Otturaſi con un pezzetto di veſcica ammollata,

lata, la quale si distende su l'orifizio, e si ferma attorno del collo con un filo. In questa bottiglia, v'è una figurina cava di smalto, più leggiera che il liquore; e appiè della quale s'è apposta fatto un piccol buco, quasi per passarvi un ago.

EFFETTI.

1. Quando colla cima del dito si preme su la vescica, la figurina discende al fondo della bottiglia, ed ivi resta fin che la medesima pressione sussiste.

2. Se si preme un po men forte, o si cessa di premere, ella subito rimonta.

3. Se si modera la pressione, quando la figura è in istrada per discendere, stassene ella a quel segno che si vuole.

4. Se si preme la vescica, a maniera di scosse, la figura va saltarellando in giro, e volgendosi sopra sè stessa.

Questi effetti sono i medesimi, quando si rovescia la botliglia, e si fa la pressione di giù in sù; quindi è che questa esperienza si può altrui mostrare con cert'aria di mistero, schierando più tubi in un telajo, e facendo la pressione necessaria sopra i loro orifizj; in una maniera nascosta agli occhj de' riguardanti, o per via di lieve che hanno corrispondenza o rimando, o per via di cordicelle nascoste nella grossezza del legno; o in altra guisa. Vedi la *Figura* 8.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

I liquori o non si comprimono, o si comprimono difficilmente, come abbiamo insegnato nella seconda Lezione. L'aria al contrario è un fluido flessibile, e che si può comprimere con molta facilità; lo che proveremo altrove. La picciola figura cava di smalto è ripiena d'aria, ed è immersa nell'acqua Ella è dunque piena d'una materia compressibile, e circondata da un'altra che non è tale. Quando si preme col dito su la vescica, premesi tutta la massa dell'acqua ch'è nel vase, la colonna che corrisponde al forellino da noi mentovato, non potendo rientrare in sè stessa a cagione della sua inflessibilità, porta tutto lo sforzo ch'ella riceve dalla pressione, contro l'aria ch'è nella figura; e però che questo fluido lasciasi comprimere, e ristringere in un minore spazio, egli cede all'acqua una parte di quello ch'egli occupa; allor la figura di smalto è più pesante di quel ch'ell'era, imperocchè la si dee considerare, come un composto di smalto, d'aria più condensata, e d'un poco d'acqua intromessa. Se il tutto insieme è più pesante che il volume d'acqua corrispondente, egli va al fondo rimonta al contrario, quand'è più leggiero, cioè, quando una minor pressione spinge meno d'acqua nella figura, o si lascia all'aria compressa la libertà di rispignere colla sua molla, quella ch'è entrata: e facilmente si capisce, che regolando col dito questa pressione, si ritien nella figura una quantità d'acqua tale, che il tutto insieme sta in equilibrio nella massa. Finalmente essendo il forelli-

nò per ove può l'acqua entrare od uſcire, fatto in una delle due gambe, cioè ſul fianco di queſto picciolo corpo immerſo, ſe il fluido che vi paſſa, è ſpinto o riſpinto con grande velocità, l'impulſione obliqua dee far girare la figura ſopra sè ſteſſa; imperocchè eſſendo così ſoſpeſa nell'acqua, è lo ſteſſo che ſe foſſe mobile ſopra due perni, o ſopra un aſſe.

Queſta figura diventa dunque ora più leggiera ora più peſante del liquore in cui è immerſa, non perchè il volume d'acqua corriſpondente muti denſità, ma perchè il corpo immerſo diventa egli medeſimo alternativamente più denſo, e più leggiero di materia, ſenza cambiar volume.

APPLICAZIONI.

Siccome di tutti gli animali che reſpirano l'aria, alcuni ſtannoſi ſu la ſuperfizie della terra, ed altri ſollevanſi nell'atmoſfera, ed ivi a lor talento ſi muovono; così quelli che abitano l'acque, ve n'ha quantità di ſpezie che non laſciano mai il fondo, e parecchie altre al contrario, che ſi ſollevano da giù in ſu, e che diſcendono con eguale facilità, quando il lor biſogno lo eſige. Nella più parte di queſt'ultimi ritrovaſi una doppia veſcica piena d'aria, che ci muove a credere che il peſce, con l'ajuto di queſto fluido elaſtico, aumenti o diminuiſca il volume del ſuo corpo, quando vuole alzarſi, o diſcendere; imperocchè dopo ciò che di ſopra ſi è detto, ben s'intende che l'animale creſcendo in grandezza, ſenza creſcere di materia, può divenire più leggiero, che il volume d'acqua, al quale corriſponde attualmente;

te: e che al contrario s'egli diminuiſce il ſuo proprio volume; ſoſpinge e muove dal ſuo luogo men d'acqua, e può a queſto modo rendèrſi più peſante del fluido, che alla ſua caduta ſi oppone.

Veriſimile ancora più ſi rende queſta ſpiegazione, perchè ſe ſi dilata l'aria della doppia veſcica, mettendo il peſce nel vuoto; finchè un tale ſtato dura, egli fa de' sforzi vani per gire, o per reſtarſene al fondo dell'acqua, ma ſuo malgrado nuota ſulla ſuperfizie: e prova un effetto affatto contrario, allorchè ſe gli è tolta coteſt' aria interiore, o facendo crepare la doppia veſcica, o vuotandola in parte.

Gli animali che ſi annegano, vanno prima al fondo dell' acqua, perchè ſono più peſanti di eſſa; ma da lì a qualche ſpazio di tempo ſi vedono di nuovo comparire a galla, e comunemente queſte comparſe ricominciano più volte. La ragion è, perchè coteſti cadaveri alternativamente diventano più peſanti, e più leggieri del volume d'acqua a cui corriſpondono. L'animale ſoffocato nel fondo d'un fiume, ſi corrompe in pochi giorni: la corruzione non è altro che un traportamento o cambiamento di luogo delle parti d'un corpo; ed allorchè ſi fa un generale movimento nelle parti d'un compoſto, il ſuo volume creſce. Un tal corpo dunque galleggia, perchè ſenza avere più di materia, ha più di grandezza, e corriſponde a un volume d'acqua più peſante di sè. Queſt'è una coſa che non può ignorarſi da quelli che hanno avuto occaſione di vedere tai corpi, che così ſu l' acqua ritornano. Si ſarà da loro oſſervato, ch'eglino ſono ſempre gonfiati, e teſi

come palloni; ma se restano qualche tempo così tra l'acqua e l'aria, la corruzione cresce, si fanno delle dissoluzioni e delle evacuazioni, che occasionano un avvallamento nelle parti più solide, le quali van raccostandosi così, che il volume totale scema, e corrisponde a minor quantità d'acqua, che non è più idonea a sostenerlo; e se dopo questa nuova sommersione, qualch'altra fermentazione vien di nuovo a gonfiare il cadavere notabilmente, egli si vede ricomparire di nuovo.

Un corpo, qualunque egli sia, non ha bisogno che il suo volume sia aumentato per sopranuotare in un fluido, basta che sia unito a qualch' altra materia più leggiera del fluido in cui è immerso, e che il tutto insieme pesi meno che il volume corrispondente. Coloro che imparano a nuotare, guernisconsi il corpo con vesciche piene d'aria, o con delle zucche vuote. Questi ausiliarj volumi li mettono in istato di sostenersi più facilmente su l'acqua, ma con tutte le cautele sì fatte, i mal destri corrono molto rischio nè più nè meno; imperocchè, per annegarsi, basta aver la boca ed il naso nell'acqua; e colui il quale non sapesse tenersi sempre in una situazione comoda a lasciargli respirar l'aria, perirebbe anche prima di andare a fondo.

Se, per nuotare a primo tratto e senza disciplina, hanno gli altri animali qualche vantaggio sopra l'uomo, non penso ch' e' ne sien tenuti, come da alcuni è stato, detto, all'ignoranza del pericolo, o alla mancanza di riflessione. Quando un cavallo, un bue, un cane si trova in necessità di nuotare, qualunque sia la maniera in cui egli

egli giudichi del ſuo ſtato, io duro fatica a perſuadermi, che non ne ſenta il pericolo. Io gli vedo fare tutto quello, che un uomo imitar vorrebbe in caſo ſimile; e dacchè è giunto a terra, egli da ſegni di allegrezza, e ſi diporta con certi riguardi e cautele, che provano abbaſtanza la paura ch' egli ha avuta. Ma la ragione, perchè un quadrupede ſi ſalva a nuoto più facilmente, ſi è, a mio credere, perchè il ſuo peſo, che tende ad affondarlo, non muta niente nella ſua natural poſitura; e quando anco il reſto del corpo foſſe intieramente immerſo a fior d'acqua, la ſua teſta ſtaſſene tuttavia fuori d'acqua ſenza un grande sforzo. Dell'uomo non è così; il luogo del ſuo corpo il più peſante, e quello che primo s' immerge, è verſo la teſta, e quand'ei nuota sì che non vada a fondo, ha da avvertire qualch' altra coſa, ed ha da fare degli altri sforzi, per ſchivare di aver nell'acqua il viſo: quindi i nuotatori, in iſchiena più che in altra maniera ſtanno agiati e comodi.

Queſta ſpiegazione, della quale mi ſervo nelle mie Lezioni, ha già nove anni; vieppiù mi pare probabile, perchè trovaſi conforme a quella d'un uomo dotto, a cui sì di facile non ha potuto giungere la notizia de' miei pareri in Fiſica, e che del ſuo proprio fondo è ricco abbaſtanza, nè può ſoſpettarſi, che approprj a sè i penſieri altrui. Queſti è M. Bazin, Dottore in Medicina a Strasburgo, degno corriſpondente di M. de Reaumur dell' Academia delle Scienze, ed autore di molte opere di Fiſica giuſtamente applaudite, il quale ha dato alle ſtampe nel 1741. un volume in ottavo, dove trovaſi una Diſſertazione

assai curiosa, circa la differenza che vi ha tra l'uomo e le bestie, rispetto alla facilità di nuotare. Il Lettore che averà vaghezza d'addottrinarsi appieno su questa materia, troverà nello scritto citato di che appagarsi.

Se le zucche, o le vesciche piene d'aria ostano all'affondamento ed alla sommersione d'un uomo: mezzi somiglianti adoperati convenevolmente possono sollevare, e condurre alla superficie dell'acqua de' corpi sommersi, ai quali si fossero aggiunti. Quando un vascello ha rotto su la rena, od è incagliato, per rimetterlo all'acqua, gli si attaccano, nel tempo della bassa marea, alcune casse grandi fortissime, e i volumi delle quali sono proporzionati al peso del vascello, ed allo sforzo che si giudica necessario per distaccarlo. Nella marèa crescente, se il volume d'acqua, che corrisponde a tale aggregato o composto, pesa più di esso, non manca di trasportarlo, e di metterlo in istato d'esser tirato a riva.

Quando questa operazione si debbe fare in siti, dove non vi ha marèa, cioè dove la superficie dell'acqua resta sempre alla medesima altezza, si empiono d'acqua le casse che si vuole unire al vascello, per farle affondare più giù che sia possibile, senza però sommergerle, e quando sono attaccate, si vuotano con delle trombe, per render loro la primiera leggerezza che avevano, e cui debbono partecipare al corpo arenato; e tal metodo ha l'istesso effetto che il primo, se si saranno osservate le proporzioni necessarie.

Il più difficile di tali operazioni si è, passare le corde o gomene sotto il vascello arrenato, massi-

massimamente quando vi è stato da lungo tempo e che la sabbia ed il limo vi si sono attorno indurati, e considerabilmente accumulati. Questa difficoltà è stata superata, non ha guari, con molto coraggio e assai ingegnosamente, dal Sig. Goubert, Uffiziale delle navi del Re, che sa accoppiare al più esperimentato valore, la sagacità de' più abili Ingegneri, e che è finalmente venuto capo di portar a galla un de' vascelli, i quali sono periti nel 1702. nell' acque di *Vigo* in Spagna; intrapresa ch' era stata tentata inutilmente, e con grave dispendio da molte Compagnie formate in Francia ed altrove. E' peccato, che da una sì bella e felice riuscita non abbi il Signor Goubert riportato altro che applausi; le speranze delle quali egli potea lusingarsi, erano senza riparo andate a vuoto, ed avean, dirò così, rotto in un col vascello. Non è da dubitare, che all' aspetto del naufragio, erane stati tolti tutti gli effetti; perochè non vi si trovò niente, che risarcir potesse gl' Impressarj delle grandi spese, alle quali li ha impegnati tale opera.

IV. PROPOSIZIONE.

Se il corpo solido è men pesante, che un egual volume del liquore, nel quale egli è immerso, galleggia in parte, e quel che ne rimane immerso, misura una quantità di liquore, che pesa quanto il corpo intero

IX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Il vaſe rappreſentato dalla *Figura 9.* è di vetro, quaſi cilindrico, e guernito abbaſſo d'un foro o condotto di comunicazione colla ſua chiave; vi ſi mette dell'acqua appreſſo a poco fino a due terzi, dove ſi fa un ſegno; quindi vi ſi tuffa una palla di cera ben rotonda, e quaſi così groſſa come il vaſe è largo: queſta immerſione innalza la ſuperficie dell'acqua; per lo foro o chiavetta, ſi detrae tant'acqua, quanta baſta per far sì che la ſuperficie s'abbaſſi fino al ſegno dov'ella era in primo luogo; ſi leva via la palla di cera, ſi aſciuga, e ſi peſa a rincontro della quantità d'acqua, che s'è tolta dal vaſe.

EFFETTI.

La palla e coteſta quantità d'acqua, ſono reciprocamente in equilibrio fra loro; o ſe ciò non ſi fa a rigore, così poco vi manca, ch'è facil coſa vedere, che queſta piccola differenza naſce da un difetto d'eſattitudine nell'operazione; imperocchè baſta per ciò, che cavando l'acqua dal vaſe, ne ſieno uſcite alcune goccie di più o di meno del biſogno.

SPIEGAZIONE.

La palla di cera immerſa non affonda intieramente ſott'acqua, perchè è un poco più leggiera;

giera; ma la più gran parte che resta immersa, sospigne una quantità d'acqua che s'alza al di sopra del segno. Quando s'apre il foro, e per esso si fa derivar dell'acqua fuor del vaso, sinchè la superficie ritorni a questo medesimo segno, si è certo d'avere la quantità ch'è stata sospinta per l'immersione della palla; e poichè questa quantità d'acqua fa equilibrio con la palla intera, non è questa una prova, che *la parte immersa misura una quantità di liquore, che pesa quanto il corpo intero*, come l'abbiamo asserito nella nostra Proposizione?

CONSEGUENZE.

Segue dalla Proposizione precedente, 1. Che d'un corpo che sta a galla, la parte immersa è tanto più picciola, quanto è più denso il liquore, o quanto è men pesante il corpo immerso.

2. Che vi ha sempre una parte immersa, quando il solido che riposa sul liquore, ha un peso ed una grossezza sensibile. Imperocchè, se è pesante, come si suppone, vi abbisogna qualche cosa che gli faccia equilibrio; e ciò che fa quest'equilibrio, è il volume di liquore sospinto, come provato abbiamo nell'ultima Esperienza.

X. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un picciolo vase lungo e stretto, empiuto di qualche liquore, fino a' trè quarti della sua capacità, *Figura* 10., s'immerge una bottiglietta

di

di vetro sottilissima, che ha un collo lungo diviso in gradi, ed è nel fondo rassodata con una spezie di zavorra, cioè con un poco di mercurio, sicchè stia facilmente in una direzione perpendicolare.

EFFETTI.

Questa bottiglietta a collo lungo, ordinariamente è chiamata *Areometro*, o sia *Pesa-liquori*, affonda più o meno nel vase, secondo ch' egli è ripieno di un liquore più o men denso; vale a dire, ella discende più profondamente nel vino che nell'acqua, e nell'acquavite ancora più che nel vino. E se si mette su la sommità del suo gambo qualche lameta di mettallo, quest' *Areometro* affonda più addentro, benchè nel medesimo liquore.

SPIEGAZIONI.

La parte immersa dell' *Areometro*, solleva tanto liquore, quanto ne bisogna per fare equilibrio all' istrumento intiero. S' egli pesa un' oncia, per esempio, solleva meno d' acqua che di vino, quanto al volume, perchè è mestieri di maggior quantità di vino, che d' acqua per il peso d' un' oncia: e però ch' ei non solleva il liquore se non affondando, dee dunque tanto più addentro immergersi, quanto il liquore è più leggiero.

Se si cresce il peso dell' *Areometro*, con la giunta di qualche laminetta di metallo, o in altra guisa, egli affonda ancor più nel medesimo liquore, perchè allora ne abbisogna una maggior quantità per fargli equilibrio.

AP-

APPLICAZIONI.

Poichè tutti i corpi che fiottano, ſiccome l'abbiam fatto vedere coll'Eſperienza dell'*Areometro*, affondano più o meno, ſecondo la denſità del fluido; una barca carica in mare, averà dunque meno parti fuori dell'acqua, ſe viene ad imboccare un fiume; imperocchè l'acqua ſalſa peſa più che l'acqua dolce, e i Nuotatori affermano, che ne ſentono la differenza. Deeſi dunque badare a queſto effetto, e non prendere il carico, sì grande che far ſi potrebbe, ſe ſi prevede d'aver a paſſare per un'acqua men caricata di ſale, di quella in cui fa l'imbarco.

Vedute ſi ſono talvolta delle Iſole *natanti*, cioè, delle porzioni di terra conſiderabili, le quali ſtaccandoſi dal continente, e trovandoſi meno peſanti dell'acqua, ſoſtengonſi ſu la ſuperficie, e fiottano in balia de' venti. L'acqua mangia di ſotto a poco a poco certi terreni più che altri, idonei a diſſolverſi; tali eſcavazioni s'aumentano col tempo, e ſi ſtendono da lontano: la parte di ſopra reſta legata per le radici delle piante e degli alberi, ed il ſuolo o terreno non è d'ordinario che una terra bituminoſa, leggiera di modo, che queſta ſpecie di croſta è meno peſante che il volume d'acqua, ſopra 'l quale ella è ricevuta, quando uno od un altro accidente la diſtacca dalla terra ferma, e la fa ondeggiare.

L'eſempio dell'*Areometro* moſtra che non fa d'uopo, per galleggiare ſu l'onde, che il corpo natante ſia d'una materia più leggiera dell'acqua. Imperocchè queſto iſtrumento non ſi ſoſtiene in

virtù

virtù del vetro o del mercurio di cui è fatto, ma ſolamente perchè egli ha, con poca ſolidità, un volume conſiderabile, che corriſponde ad una quantità d'acqua più peſante. Quinci potrebbeſi far delle barche di piombo o d'altro metallo, le quali non affonderebbono. Ed in fatti, i carri d'artiglieria portano bene ſpeſſo, dietro agli Eſerciti, certe, le direm, gondole di rame, che ſervono a ſtabilir dei ponti, per lo paſſaggio delle Truppe.

Della Bilancia Idroſtatica, e de' ſuoi Uſi.

La Bilancia Idroſtatica che abbiamo adoperata nell'Eſperienze precedenti, è un iſtrumento comodiſſimo, per conoſcere la gravità ſpecifica de' fluidi e de' ſolidi, che poſſono eſſere immerſi ſenza diſcioglierſi; e ſenza mutar volume. Non poſſiamo gran fatto diffonderci ſopra i ſuoi uſi, perchè ſi fatti diviſamenti oltrepaſſano i limiti, che ci ſiam preſcritti in queſt'Opera; i curioſi di ſaperli, potran leggere ciò che ne hanno ſcritto il Boyle, e dopo lui Cotes, Deſaguilliers, s'Graveſande ec. a noi baſterà far vedere, che gli effetti di queſta bilancia ſono mere applicazioni de' principj di ſopra poſti, e ci riſtrigneremo ad alcuni eſempj che baſteranno per provarlo.

PRI-

PRIMO USO.

Conoscere la gravità specifica d'un Liquore.

LA gravità specifica d'una Materia, è il peso ch'ella ha sotto un noto volume: e ciò pur anche si chiama la sua *Densità*. Un solido intieramente immerso, sospigne o muove del suo luogo un volume di liquore eguale a sè. S'averà dunque la soluzione del problema, se si presenterà un mezzo di conoscere il peso di questo volume sospinto: ora la quarta Esperienza ci ha insegnato, che questo peso è precisamente quello, che il solido perde con la sua immersione; quindi procederà nella maniera seguente.

Abbiate in pronto un corpo solido, che possa immergersi senza cambiar di volume, e senza ammettere il liquore ne' suoi pori, e. g. del vetro; un cotal corpo può essere sferico, cilindrico, cubico, ec. come vorrete. Sospendetelo con un capello, con una crena, al braccio della bilancia, per conoscere a prima giunta la sua assoluta gravità; fatelo poi immergere intieramente nel liquore, l'equibrio sarà tosto rotto per cotesta immersione; quello che doverete aggiugnervi per rimettere l'equilibrio, sarà appuntino il peso del volume di liquore che è stato sospinto dal corpo immerso. Se questo corpo era un cubo d'un pollice, e se dopo averlo immerso vi aveste per servar l'equilibrio, aggiunto 4 grossi, conchiuder ne dovrete, che un pollice cubico del liquore pesa 4 grossi, od una mezz'oncia.

Si

Si può opporre contro l'esattezza dell'esposto metodo, che la gravità di questo cubo di vetro, pesato all'aria, non è la sua gravità assoluta, poichè l'aria, come fluido ambiente, gli toglie una parte del suo peso; ma il piombo che lo tiene in equilibrio; soffre una perdita appresso a poco simile; e l'aria è sì leggiera, che la gravità respettiva e la gravità assoluta, sono sensibilmente le stesse, quando i corpi che vi sono immersi, hanno volumi di poco momento.

Ma un'attenzione, che non è mai sufficientemente usata in cosi fatte Esperienze, è questa: che il solido immerso, ed il liquore, ove si fa l'immersione; non variino di densità, durante la operazione. Imperocchè, se il liquore si condensa, ovvero il volume del solido cresce o scema, ne risulterà dello sbaglio; ed è possibilissimo che tal variazione succeda per il caldo, per il freddo, e perchè forse si giudicherà dello stato d'un liquore dal suo nome, senza badare che tutto quello, che acqua comune si chiama, o spirito di vino, od altro ec. non è sempre d'una densità eguale.

Per rimediare ad una parte di tali inconvenienti, io vorrei che in vece d'immergere un corpo solido di vetro, si adoprasse una palla cava, terminata da un tubo capillare, e ripiena di mercurio, come un termometro; con tal mezzo si potrebbe assicurarsi del grado di densità del liquore; almeno di quello che risulta dal freddo o dal caldo attuale; e si sarebbe certo nel medesimo tempo, che il volume del corpo immerso non è mutato. Imperocchè, se la temperatura del liquore venisse a cambiarsi, se ne verrebbe

be avvertito dall'aſceſa, o dall'abbaſſamento del mercurio nel tubo capillare.

II USO.

Paragonare le gravità ſpecifiche di due liquori.

QUando ſi è conoſciuta la gravità ſpecifica d'uno de'due, mercè l'uſo precedente, ſi ripete l'operazione ſu l'altro, e la differenza de'peſi che conviene aggiugnere, per rimetter l'equilibrio dopo l'immerſione, è altresì la differenza delle loro ſpecifiche gravità.

In queſte così fatte comparazioni, biſogna avvertir bene, che il grado di fluidità non c'entri per qualche coſa. Vi ſon de' liquori più viſcoſi, più difficili a dividere, ne' quali l'immerſione del corpo ſolido ſi fa più difficilmente, indipendentemente dalla denſità, quando ciò è così, biſogna ricorrere a qualch'altra procedura, per conoſcere con eſattezza la gravità ſpecifica.

III USO.

Paragonare le gravità ſpecifiche di due corpi ſolidi.

COn la quinta Eſperienza abbiam provato, che i ſolidi, le cui gravitadi aſſolute ſono eguali, ne perdono con l'immerſione, quantitadi proporzionali a'loro volumi.

Met-

Mettete dunque in equilibrio nell' aria due pezzi di materie, fateli, poscia immergere in due vasi pieni del medesimo liquore. Se i loro volumi sono eguali: l'equilibrio sussisterà, perchè le perdite saranno eguali da una parte e dall' altra; se sono ineguali, il più piccolo volume trasporterà l'altro; e quel che converrà a questo aggiugnere, per rimetterlo in equilibrio, sarà la differenza tra le gravitadi specifiche degli due.

Se i dati corpi non sono così pesanti, che s' immergano affatto per la lor propria gravità, vi si può aggiugnere de' pesi, che nell'effetto nulla cambieranno se perfettamente simili saranno di quà e di là. Ma conviene avvertir bene, che non si attacchino alla superficie de' corpi immersi, delle bollicole d' aria o qualche cosa di pingue, che osti al liquore, e non lo lascia da tutte le parti ben abbracciare il corpo solido; imperocchè i volumi d' essi corpi sarebbono allora aumentati, e la loro gravità ne parrebbe altrettanto diminuita.

IV USO.

Paragonare la gravità specifica d' un Corpo solido, con quella d' un Liquore.

QUando si è pesato un Corpo solido nell' aria, ciò che gli resta del suo peso in appresso, quando è immerso nel liquore, è la differenza che passa trà le gravità specifiche di esso corpo, e del volume corrispondente del liquore.

Se,

Se, per esempio, un pezzo d'oro pesa 19 grossi nell'aria, e ne pesi sol 18 immerso nell'acqua comune, questo è un segno, che una tale immersione gli toglie $\frac{1}{19}$ del suo peso, e che la gravità specifica dell'acqua è a quella dell'oro, come 1 a 19.

Osservazioni sopra l'Areometro o sia il Pesa-liquori.

L'Areometro, che rappresentato abbiamo con la *Figura* 10, è altresì un istromento, col quale si può conoscere di due Liquori qual sia il più pesante; ma se si vuol servirsene per conoscere puntualmente la proporzione de' pesi, bisogna costruirlo e adoperarlo con certe avvertenze, nelle quali per ordinario si manca, e senza le quali non si può sperarne esattezza.

1. Bisogna, che i liquori ne' quali s'immerge l'Areometro, sieno esattamente allo stesso grado di calore o di freddo, Affinchè si possa esser certo che la lor differenza di densità non viene dall'una di queste due cagioni, e che il volume dell'Areometro non ne ha pur egli ricevuta alcuna mutazione.

2. Che il collo dell'istrumento, sopra 'l quale sono segnati i gradi, sia per tutto d'una grossezza eguale; imperocchè, s'egli è d'una forma irregolare, i gradi segnati a distanze eguali, non misureranno volumi di liquor simili nell'immergersi; sarà più sicuro e più facile graduare cotesta scala relativamente alla forma del collo, caricando successivamente l'istrumento di più pesi ben eguali,

ciascun de' quali produrrà l'affondamento d' un grado.

3. Si deve aver cura, che l'immersione facciasi perpendicolarmente affatto alla superficie del liquore; altrimenti l'obbliquità impedirebbe il contare con adeguatezza il grado d'affondamento.

4. Essendochè l'uso di questo istrumento è limitato a liquori, , i quali poco differiscono tra loro nella gravità, si deve ben por mente, che la parte che sta a galla, non si carichi di qualche vapore, o sporcizia donde proverrebbe qualche sbaglio od errore nel computo, tanto più che trattasi di poco considerabili differenze. E quando l'Areometro passa da un liquore all'altro s'avverta bene che la sua superficie non porti alcuna tinta o lieve sopra coperta, che impedisca l'esatto combaciamento del liquore in cui egli entra, colla di lui superficie.

5. Finalmente ad onta di tutte queste cautele, riman tuttavia la difficoltà di ben giudicare il grado di affondamento, perchè certi liquori s'applicano meglio che altri al vetro, ed altri parecchi quando lo toccano, si sollevano i più o meno al di sopra del loro livello.

Quando si fa uso dell'Areometro, di cui favelliamo, bisogna prima immergerlo nel liquore men pesante, ed osservare a qual grado s'incontri la sua superficie: quindi s'ha a riportarlo nel più denso, e caricare la sommità dell'asta, o sia del collo di pesi noti, fin a tanto che il grado d'affondamento sia eguale al primo. La somma de' pesi, che si saranno aggiunti, per rendere questa seconda immersione eguale alla prima, sarà la differenza delle gravità specifiche tra i due liquori.

Il

Il Sig. Homberg, e dopo lui molti Fisici, si sono serviti per pesare i liquori d'un picciol vase di vetro sottile, che si vede rappresentato dalla *Figura* 11. a fianco del collo di cotesto vase s' è apposta fatto un tubuletto ascendente, col mezzo del quale han preteso d' empire il vase sempre egualmente, perchè è più facile stimare l'altezza giusta del liquore in un picciolo tubo, che nel collo dell'istrumento, che abbia la superficie più estesa. In questa maniera si è creduto di poter sempre misurare de' volumi eguali, de' quali fosse facile conoscere il peso, applicandoli ad una bilancia. Ma noi non possiam dissimulare, che questo metodo è soggetto, come gli altri, a più inconvenienti; il maggiore di tutti si è, che il tubuletto ascendente è molto angusto, e che i liquori non vi si pongono à livello: la maggior parte vi stanno più elevati, come fra poco lo diremo, e quest' eccesso non è il medesimo in tutti.

Parecchi Dotti si son presa la briga d' esaminare le gravità specifiche d' un gran numero di materie, così solide, come fluide, e di ridurle in tavole. Deesi senza dubbio sapere lor grado di tal fatica, di cui ben si conoice la difficoltà, quando si pensa alle attenzioni scrupolose, e al tempo che forza è di spendere in tali ricerche, quando diventano necessarie, ma le loro Esperienze, per esatte che state sieno, non ci posson servire di regole inappuntabili, ma riduconsi all' appresso poco. Imperocchè gl' individui di ciascuna specie, variano tra essi, quanto alla densità; nè si può dire, che due diamanti, due pezzi di rame, due gocce di pioggia ec. sieno per-

ſettamente ſimili. Però, quando trattaſi di ſapere appuntino la gravità ſpecifica di qualche corpo, biſogna metter lui medeſimo alla prova; e queſti è il ſolo mezzo di giudicarne. Nel vero ci ha parecchie occaſioni, nelle quali è ſuperflua così grande eſattezza, ed allora ſi può riportarſi alle ricerche d'un fiſico valente ed accurato, con tal fine, ed a tal uopo noi non abbiam tralaſciato di quì porre una Tavola, ordinata ſu l'Eſperienze del Muſchenbroekio, la cui ſagacità ed accuratezza ſono baſtevolmente note.

Le gravità ſpecifiche di tutte le materie mentovate in queſta Tavola, ſon paragonate con quella dell'acqua comune; e pigliaſi per acqua comune quella della pioggia in una mediocre temperatura. Così quando ſi vedrà nella Tavola, acqua di pioggia . . . 1, 000, oro di copella 19, 640, aria 0, 001 $\frac{1}{4}$, vuol dire che la gravità ſpecifica dell'oro più fino, è ver quella dell'acqua, come 19. $\frac{1}{2}$ appreſſo a poco, verſo 1. e che la gravità dell'aria è quaſi la milleſima parte di quella dell'acqua.

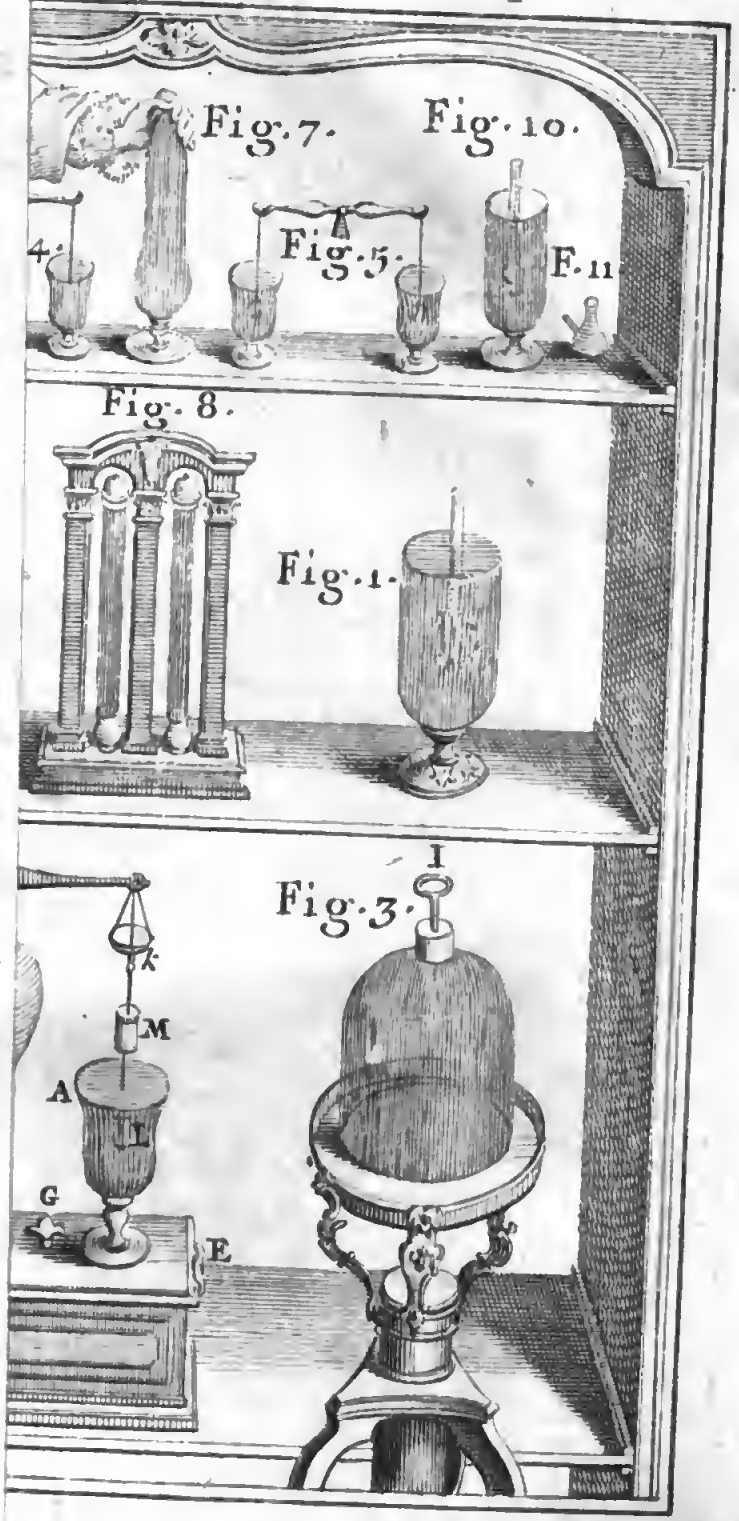


Fig. 7.
Fig. 10.
4.
Fig. 5.
F. 11
Fig. 8.
Fig. 1.
Fig. 3.
I
M
A
G
E

TAVOLA ALFABETICA.

Delle Materie più cognite e volgari, sì solide come fluide.

Delle quali è stata provata la Gravità specifica.

Abete	0, 550.
Aceto di vino	1, 011.
distillato	1, 030.
Acciajo flessibile o non temprato	7, 738.
Acciajo temprato	7, 404.
Acqua comune di pioggia	1, 000.
Acqua distillata	0, 993.
di fiume	1, 009.
Agata d' Inghilterra	2, 512.
Alabastro	1, 872.
Allume	1, 714.
Ambra	1, 040.
Amianto	2, 913.
Antimonio di Germania	4, 000.
Antimonio d' Ungheria	4, 700.
Ardosia (Gall. *Ardoise* *)	3, 500.
Argento di copella	11, 091.
Aria	0, 001. $\frac{1}{4}$.
Avorio	1, 825.

* Certa pietra leggiera e bruna, che si sfoglia, ed è in uso in Francia per far tegole da tegole da tetti.

Bismut	9, 700.
Borrace	1, 720.
Camfora	0, 995.
Carbone di terra	1, 240.
Cera gialla	0, 995.
Cinabro naturale	7, 300.
artificiale	8, 200.
Corallo roſſo	2, 689.
bianco	2, 500.
Corno di bue	1, 840.
di cervo	1, 875.
Criſtallo di Rocca	2, 650.
d'Irlanda	2, 720.
Diamante	3, 400.
Ferro	7, 645.
Gomma Arabica	1, 375.
Granato di Boemia	4, 360.
di Svezia	3, 978.
Karabe od ambra gialla	1, 065.
Latte vaccino	1, 030.
Legno di Braſile	1, 030.
Cedro	0, 613.
Olmo	0, 600.
Guaiaco	1, 337.
Ebano	1, 177.
Acero	0, 755.
Fraſſino	0, 845.
Boſſo	1, 030.
Litargirio d'oro	6, 000.
d'argento	6, 044.
Maganeſe	3, 530.
Marmo nero d'Italia	2, 704.
bianco d'Italia	2, 707.
Mercurio	13, 593.

Noci

Noci di galla	1, 034.
Oglio di lino	0, 932.
d'olive	0, 913.
di vetriuolo	1, 700.
Oro ſaggiato, o di copella	19, 640.
d'una ghinea	18, 888.
Oſſo di bue	1, 656.
Pece	1, 150.
Pietra ſanguigna	4, 360.
calaminare	5, 000.
Pietra focaia opaca	2, 542.
traſparente	2, 641.
Rame di Svezia	8, 784.
gittato in forma	8, 000.
Sale di Glauber	2, 246.
Ammoniaco	1, 453.
Gemma	1, 143.
Policreſto	2, 148.
Sangue umano	1, 040.
Saſſo	2, 542.
Scaglie o guſci d' oſtrica	2, 092.
Solfo comune	1, 800.
Spirito di vino rettificato	0, 866.
di trementina	0, 874.
Stagno puro	7, 320.
con lega d'Inghilterra	7, 471.
Talco Veneto	2, 780.
Tartaro	1, 849.
Turcheſe	2, 508.
Verderame	1, 714.
Vetro bianco	3, 150.
Vetro comune	2, 620.
Vino di Borgogna	0, 953.
Vitriuolo d'Inghilterra	1, 880.

APPENDICE,

Ove si tratta de' Tubi Capillari, e delle cause immediate della fluidità e della solidità de' corpi.

ARTICOLO PRIMO.

De' Tubi Capillari.

IO metto quì, ciò che importa sapere circa i Tubi capillari, come tante eccezioni delle leggi dell'Idrostatica, le quali si sono da noi precedentemente stabilite. Non già ch'io pensi, che sia assolutamente impossibile ridurre a queste leggi generali, quello che vi è di singolare in apparenza in coteste sorte di fenomeni; ma tutto che sieſi tal cosa tentata più volte, e da Fisici di prima sfera; non dissimuleremo, esserne ancora dubbioso l'esito ed il da loro detto su questa materia, non poter riceversi che come probabilità, per lo più ingegnose, ma che lasciano sempre difficoltadi da sciogliere. Altri forse più fortunati nelle lor ricerche, troveranno il mezzo di conciliare con principj generalmente accordati, quegli effetti, a' quali vorrebbesi

rebbesi quasi assegnare cagioni novellamente immaginate e d' un genere particolare, se non si sapesse, che in Fisica l' immaginazione non ha gran peso, se non è sostenuta dall'Esperienza.

Tubi Capillari s' appellano, quelli che son minuti: ponno esser fatti di vetro, o di ogni altra materia capace di contenere i liquori. Questo nome senza dubbio è stato dato ad essi, per la rassomiglianza che possono avere co' capelli, i quai consideransi ordinariamente come piccioli canali, cavi in tutta la loro lunghezza, ed atti a trasmettere certi umori.

Questa comparazione nulladimeno non limita la grossezza de' Tubi capillari a quella d' un capello, quei che comunemente sono in uso per l' Esperienze, sono molto minuti, e gli effetti che a così fatti tubi propriamente appartengono, si lasciano ancora scorgere, quando il loro diametre è eguale a due linee, o due linee e mezza. La loro forma è indifferente affatto: due pezzi di lastra da specchio; i piani de' quali s'accostano parallelamente ad una convenevole distanza, producono gli effetti medesimi, che una serie di piccioli tubi; e tutti i corpi spongiosi, o porosi tanto che ammettano i liquori, possono essere altresì considerati come adunamenti o fasci di canali capillari. Noi quì esporremo nelle seguenti Esperienze, ciò che più interessa in questa materia. Nelle preparazioni si vedranno le dimensioni differenti che aver possono i tubi capillari, le loro proprietà si conosceranno dagli effetti risultanti da cadauna operazione.

PRI.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In una piccola tazza A B, *Fig.* 12., la qual si riempie ſucceſſivamente di diverſi liquori, s' immerge il piccolo tubo C D, le due eſtremità del quale ſono aperte, ed il quale ſi è attaccato ſopra una picciola aſſicella di carton bianco, diviſo ſecondo la ſua lunghezza in parti eguali.

EFFETTI.

Prima proprietà de' Tubi Capillari.

Dacchè il Tubo è immerſo, il liquore ſi ſolleva verſo D; e ſe ſi caccia più entro il tubuletto nella tazza, il liquore aſcende altrettanto al di ſopra del ſito dove s' era prima fermato; queſto effetto è generale per tutti i liquori, uno ſolo eccettuato, di cui faremo quì appreſſo menzione.

II. ESPERIENZA

PREPARAZIONE.

Si procede in queſta Eſperienza, come nella precedente; i liquori de' quali ſi riempie ſucceſſivamente la tazza, ſono l'orina, lo ſpirito di vino, lo ſpirito di nitro, l'acqua ſalata, l'olio di vitriolo. Convien porre cura di far paſſare dell' acqua netta nel picciolo tubo, ogni volta che ſi cambia liquore, far sì che abbiano tutti la mede-

ſima

ſima temperatura, e oſſervare a qual grado ciaſcuno s'innalza.

EFFETTI.

Seconda proprietà.

Queſti liquori s' innalzano nel meſimo tubo ad altezze differenti, ſecondo l' ordine che ſegue, cominciando da quelli che aſcendono più alto; l' orina, l' olio di vitriolo concentrato, l' acqua ſalata, lo ſpirito di nitro, e lo ſpirito di vino; lo che dà a vedere, che i liquori non ſi ſollevano ne' tubi capillari, in ragione inverſa della loro denſità, poichè lo ſpirito di vino, ch' è più leggiero, è quello di tutti gli accennati liquidi, che ſi ſolleva meno.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Nell' acqua colorata s' immergono due tubi della medeſima lunghezza, ma che hanno diametri interiormente della metà differenti. *Fig.* 13.

EFFETTI.

Terza proprietà.

L' acqua ſi ſolleva una volta più alto in quel de' due tubi, che ha il diametro una volta più piccolo; e però che queſt' effetto ſegue ognora alla maniera ſteſſa la proporzione mutua de' diametri,

metri, in generale dedur si può, che i liquori s' innalzano ne' tubi capillari, in ragione inversa della loro larghezza, cioè che il liquore v' ascende tanto più alto, quanto eglino sono più stretti.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Bisogna ripetere l' Esperienze precedenti, con adoperar del mercurio in vece de' liquori prima usati in esse, ovvero infondere del mercurio in un sifone ripiegato, uno de' rami del quale sia capillare, come lo rappresenta la *Fig.* 14.

EFFETTI.

Quarta proprietà.

Si osserverà, che il mercurio stassi ognor più basso del suo livello; e che il suo abbassamento è tanto maggiore, quanto il tubo è più stretto. Nel sifone rovesciato, per esempio, il mercurio in vece di alzarsi in G nel ramo capillare, per essere a livello con quello dell' altro ramo, stassene in H: e terrebbesi più basso ancora, se questo tubo ch lo contiene fosse d'un diametro più piccolo.

Sino ad ora non ci è noto altro liquore, che così adoperi ne' tubi capillari, se non se il mercurio: è bensì asserito da ognuno, che tutte le materie metalliche le quali si teneffero in fusione, farebbono l' istesso effetto; io per me ne giudico dalla propria esperienza che ho fatta collo stagno e col piombo liquefatti.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Tutti queſti fatti, ſiccome ſi vede, pajono contrarj alle regole ordinarie dell' Idroſtatica, per le quali s' è veduto che un liquore ſempre ſi mette in equilibrio con sè medeſimo, tanto in un ſolo e medeſimo vaſo, quanto in molti, i quali inſieme comunichino; che ſe egli obbedisce a una forza, che lo innalza al di ſopra del ſuo livello, le cede proporzionalmente alla ſua denſità ec. La differenza che ſcorgeſi ne' tubi capillari, non è nota; ſe non da un ſecolo al più in quà; queſta ſcoperta s' è fatta in un tempo, in cui già ſi penſava, che quanto porgeſi da ſpiegare in Fiſica, non può bene ſpiegarſi, che per via di cauſe meccaniche, preſentate alla mente in un modo intelligibile; i più valenti Fiſici in conſeguenza di ciò ſi ſono affaticati, e ci hanno ſu ſtudiato; ma ha poi al loro zelo corriſpoſto la riuſcita?

Si poſſono ſchierare in tre claſſi le opinioni, che ſono ſtate propoſte ſu queſta materia.

La prima comprende quelle, che attribuiſcono tali fenomeni alla preſſione ineguale del fluido che attornia, ſupponendo ch' egli eſerciti il ſuo peſo più liberamente, e in una maniera più completa, ſu la ſuperficie del vaſe *A B*, che per l' orificio ſuperiore del tubo immerſo. *Fig.* 12.

Queſto fluido che attornia, è ſecondo alcuni l' aria, le di cui parti ramoſe s' intralciano, e ſi muovono difficilmente in un canale anguſto, mentre adopera ſenza oſtacolo ſu la ſuperficie della tazza. Queſto ſentimento è naturaliſſimo, e ſem-

e ſemplice; ma una ſola eſperienza lo rende quaſi inſoſtenibile: tutto quello che i tubi capillari fanno ad aria piena ed aperta, lo fanno parimenti ſotto il recipiente d'una macchina pneumatica, ove ſi è effettuato il vacuo.

Che riman egli da riſpondere? Diraſſi per avventura, che il vacuo non è mai perfetto, e che quello che reſta d'aria, dopo gli ultimi ſforzi della tromba più efatta, è tuttavia capace di ſoſtenere alcuni pollici d'acqua al di ſopra del ſuo livello.

Facilmente ognun s'accorge, che la riſpoſta non ſoddisfa all'obbiezione; ma ella non è però aſſolutamente priva di forza; tutta l'aria del recipiente ſi rareſa egualmente; ſe la preſſione ſu la ſuperficie della tazza ſcema, decreſce pure a proporzione la reſiſtenza nel tubo; e le cauſe dell'inegualità d'azione ſuſſiſtono. Ma una ſeconda Eſperienza fa vedere, che non ſi può ſoſtenere queſta inegualità di preſſione, che ſuppone che l'aria non adopera liberamente nel tubo. Se ciò foſſe, biſognerebbe che il liquore s'alzaſſe proporzionalmente alla lunghezza del tubo; imperocchè è certo, che ſe l'aria vi provaſſe dell'impaccio, più ancora ne proverebbe in un più lungo, che in un più corto: pure ciò non ſuccede, il diametro del tubo è quello che regola il grado d'elevazione, e quando l'acqua è arrivata al punto a cui dee ſalire, non s'abbaſſa, tuttochè ſi tolga via la parte del tubo, che è al di ſopra di lei.

Avendo queſte ragioni fatto abbandonare l'opinione che rendea conto del fenomeno con l'aria groſſiera, ſi è fatto ricorſo ad un altro fluido più ſottile, e quale appunto ſuſſiſte ne'vaſi, ne'quali ſi fa il vuoto Boileano. Suppongonſi in coteſto te-

nuiſ-

nuiſſimo fluido delle parti globuloſe, e dimoſtraſi che una colonna di eſſo non empie mai puntualmente un tubo, e che una preſſione dipendente da queſta pienezza, dee ſcemare a proporzione che il tubo è più anguſto; quindi viene, dicono, il difetto d'equilibrio tra la preſſione che faſſi ſul liquore nel tubo, e quella che s'eſercita ſu la ſuperficie del vaſe, ove il tubo s'immerge.

Queſta ipoteſi è ingegnoſa: dà ella azione ad un fluido, di cui non ſi può contraſtar l'eſiſtenza; ma gli accorda funzioni, che ſi dura fatica ad ammettere. Un mezzo, le di cui parti ſono più ſottili che quelle dell'aria comune, e che lo ſono tanto, che penetrano i pori del vetro, come mai laſcia tanto vuoto nel tubo, e come s'applica così male alle pareti del vetro, che la ſua preſſione differiſca ſenſibilmente da quella, ch'egli eſercita al di fuori, ſu la ſuperficie del vaſo grande? In oltre, perchè la preſſione più libera e più intiera ſu la ſuperficie del vaſo, non alza i liquori ad altezze che ſieno proporzionali alle loro denſità? E finalmente, per citare tuttavia l'Eſperienza, vedeſi manifeſto, che l'effetto di cui trattiamo, non dipende da una preſſione che ſia più o meno libera, ſecondo la larghezza della baſe; imperocchè in luogo d'immergere il tubo in un vaſo, ſe ſi fa ſcorrere fuori e nella ſua lungezza una goccia di liquore, toſto ch'ella è arrivata all'orifizio inferiore, ella rimonta nel tubo come in ogni altro caſo.

Ciò non oſtante, altra più veriſimile deduzione non han ſaputo recare fin ora, quelli che ſi ſono poſti a ſpiegar l'aſceſa de' liquori ne' tubi capil-

pillari, per via della preſſione ineguale d' un fluido ambiente. Vediamoſe le opinioni della ſeconda claſſe ſono più plauſibili o più felici.

Queſte tuttochè diviſe per diverſi ſcopi, riuniſconſi e accordanſi in un punto: pretendono, che quando ſi è immerſa l'eſtremità d'un tubo capillare, la colonnetta di liquore ch'egli racchiude, perde il ſuo peſo per la ſua adereſcenza al vetro, e che ceſſando di peſare ſul fondo del vaſe, ove ſi fa l'immerſione, le colonne eſteriori al tubo, e che eſercitano liberamente la loro gravità, ne ſpingono una ſimile ſotto la prima, un'altra ſotto la ſeconda, e che tutte coteſte parti s'accumulano in una colonna totale, la di cui altezza è proporzionale allo sfregamento, che creſce, come il diametro del tubo ſcema.

Ben s' intende, come una picciola colonna d' acqua, poſta una volta in un tubo capillare, ſievi ſoſtenuta mercè lo sfregamento, o l' adereſcenza alle parti del vetro; ma io non comprendo mica, come l'acqua del vaſe, per il ſuo peſo, la ſoſpinga dal ſuo luogo e la ſollevi, per ſoſtituirle una colonna ſomigliante: imperocchè queſt' acqua che attornia, ha ſol quella forza che baſta per ſpignere nel tubo una colonna che riempia la ſua parte immerſa, o (il che è lo ſteſſo) non può ella portar queſta colonna ſe non fino al ſuo livello; ma come ve la porterà, ſe convien ch' ella ſollevi nel medeſimo tempo una colonna ſimile, che occupi il luogo? Diraſſi per avventura; che queſta non peſa ſul fondo, perchè è ritenuta dallo sfregamento del vetro? Ciò è vero, ſinchè ella è in quiete; ma ſe biſogna farla aſcendere, s' ha da vincere il ſuo peſo, o, (ch' è l' equiva-

len-

lente) l'adereſcenza, o lo ſfregamento, che hanno annichilato il ſuo peſo.

Ma per dar a vedere quanto poco s'accordi queſto ſiſtema con l'Eſperienza, baſterà dire, che i tubi capillari hanno i loro effetti con egual prontezza, e sì compiutamente, quando ſol toccar ſi fanno leggeriſſimamente i liquori, che quando vi s'immergono ben addentro; lo che incontraſtabilmente dinota, che la preſſione delle colonne che attorniano la parte immerſa del tubo, non entra per niente in queſt'effetto.

E perciò vediamo infatti, che alcuni di loro che hanno aſſegnata queſta cagione, n'hanno oramai ſentita l'inſufficienza. „ L'acqua, dicono, „ rimane ſoſpeſa ne' tubi capillari, per la ſua a„ derenza naturale al vetro; ma vi è ſollevа„ ta per un'altra cagione.„ Qual è per tanto queſta cagione, che viene da loro aſſociata all'aderenza del liquore al vetro, e che ſpiegar ci dee gli effetti de' tubi capillari? Ell'è, dicono, la medeſima forza, che fa che due gocce d'acqua s'uniſcano inſieme, quando molto da preſſo ſi accoſtano. Paſſiamo alla terza claſſe.

Quì ſi ſuppone che il vetro attragga il liquore; ma qual fondamento ha mai una tale ſuppoſizione? Come s'ha da intendere queſta attrazione? e qual norma ſeguita ella ne' ſuoi effetti? Imperocchè ſe non ſe n'aveſſero altre prove, che il fatto di cui trattaſi, e ſe ſi convertiſſe queſta cagione in una qualità aſtratta, a niuna miſura o norma ſoggetta, la coſa ſomiglierebbe gran fatto alle ſimpatie, ed alle qualitadi occulte de' Peripatetici, con tanta ragione sbandite dalla Fiſi-

ca moderna, vale a dire, dalla Fisica ragionevole.

I Fisici che ammettono l'attrazione, (imperocchè ve n'ha un numero assai grande, a cui piace quest'opinione, nè dissimuleremo che tra quelli che l'hanno seguitata, alcuni si trovano, il nome solo de' quali potrebbe aver gran peso per favoreggiare questo sentimento, se l'autorità dovesse essere la regola delle nostre fisiche cognizioni:) questi Fisici, dico, si spartiscono in due classi. Gli uni, conforme al vero sentimento di Neuton, considerano l'attrazione come un fatto, che ha luogo in tutta la natura, e che potrebbe avere, come tutti gli altri, una causa meccanica, ch'è lodevole rintracciare, ma che in qualche modo disperano di poter rinvenire. Gli altri trapassano ogni confine: più arditi in ciò, che non fu il loro capo, pretendono che la virtù attrattiva sia un principio, il quale non abbia altra causa immediata che la volontà del Creatore. Secondo i primi, quando due corpi s'avvicinano, e tengonsi uniti l'uno all'altro, senza che si scorga ciò che cagiona la loro riunione, o adereſcenza, questi è un effetto, dicono, di cui vi ha molti esempj, e a cui si dà il nome particolare d'*attrazione*, sol per distinguerlo da un gran numero d'altri fatti simili, la cagion de' quali è già nota. Secondo gli ultimi, tutto questo si fa in virtù d'una forza innata, d'una propensione naturale, per cui, da sè solo e senza alcuna impulsione straniera, un corpo si porta verso d'un altro, e opera sopra di esso avanti che toccarlo nè per sè, nè per altri corpi intermedj.

Coloro che non ammettono le attrazioni, se non

non come fatti, mi pajono ſtarſi nell' ordinario e trito ſentiere. I Carteſiani, che s' attengono il più fedelmente alle cagioni meccaniche, ſi fondano tutto dì ſopra fenomeni, de' quali è ancor oſcura la cagione, e danno loro que' nomi che più ad eſſi piacciono: l' *adereſcenza*, la *viſcoſità*, la *fleſſibilità*, la *molla* di certe materie, ſervono bene ſpeſſo a ſpiegare le loro proprietà, nè ciò ſorprende o fa offeſa: ſiccome, a mio credere, non dee far offeſa ne ſorprendere la parola d'attrazione, s'ella eſprime unicamente un fatto, che ſi tralaſcia di ſpiegare.

Ma così forſe ſi ha da giudicare della virtù attrattiva, conſiderata come principio della natura? Paſſi, in quanto a me, ch'ella non ſia metafiſicamente impoſſibile (e queſta grazia non le fan già tutti;) io ſuppongo con quelli che meglio difeſa hanno queſta cagione, che il Creatore, ſtabilita avendo l'impulſione per cauſa molto ordinaria del moto de' corpi, ſia ſtato libero a ſtabilir pure l' *attrazione*, e che queſti due principj non ſieno incompatibili; che altro ſe ne può conchiudere, ſe non che Dio è ſtato il padrone di adoperare due mezzi in luogo d' uno? Ma del poter forſe una coſa eſſere, ne ſegue egli, che in effetto ſia? Se certi moti non ſono ſtati ancor bene ſpiegati con le leggi dell' impulſione, v' è forſe dimoſtrazion che ſieno ineſplicabili? Or ella ci vorrebbe, per fondatamente ſoſtenere l' introduzione d' un nuovo principio, maſſime ſapendoſi che la natura affetta tanta ſemplicità nelle cauſe, quanta fecondità negli effetti; che la mente umana limitata nelle ſue cognizioni, non può mai luſingarſi d' aver veduto tutto il viſibile, e

ch' ella non mai meno è ſtata illuminata circa gli effetti naturali, che quando ſi è fatte lecite le ſpiegazioni arbitrarie. Pare a me ſaviſſimo, e giudizioſiſſimo il penſamento d' un uomo dotto *, il quale aveva nel corſo della ſua vita avuto molte occaſioni di ſapere tutto quello che dir ſi puo di favorevole per lo ſiſtema delle attrazioni, e nello ſteſſo tempo tutto quello, che rimproverar ſi può all' uſo che ſi è fatto delle impulſioni. „ Non „ occor luſingarſi, dic' egli, che nelle noſtre ri„ cerche di Fiſica noi poſſiam mai ſuperar tutte „ le difficoltà: ma non laſciam non per tanto di „ filoſofar ſempre ſu la baſe di principi chiari di „ meccanica; le abbandoneremo queſti, tutta la „ luce che aver potremo ſarà ſpenta: ed eccoci „ in poco di che ringolfati nelle antiche tenebre „ del Peripatetiſmo, da che ci preſervi il Cielo „.

Il Sig. Neuton vedendo ne' corpi che ci ſon d' intorno, quantità d' attrazioni, cioè, effetti che così nomar ſi poſſono ſoſpettò che per tutto ve ne foſſero; e fermandoſi meno a ſpiegare queſti effetti, che a miſurarli; ſuppoſe che tutte le parti della materia ſi portaſſero reciprocamente l'une ver l' altre, che due corpi per conſeguenza ſi attraeſſero in ragione diretta delle loro maſſe; che ſe l' un de' due per eſempio, contiene una volta più di parti, la ſua attrazione è doppia di quella dell' altro. Parvegli in oltre che queſta tendenza reciproca de' corpi non doveſſe eſſere egualmente forte da lontano, che da preſſo; ed alcune ragioni lo determinarono a credere, chè queſta azione, ſimile a tutte quelle, che ſi eſtendono in forma di ſfera, potrebbe fors' eſſere in ragio-

* M. Saurin. Mem. de l' Acad. 109 p. 131.

ragione inversa del quadrato della distanza, vale a dire, che in lontananza di due gradi i corpi s' attraessero 4 volte meno, in lontananza di tre gradi nove volte meno, di quattro gradi sedici volte meno, ec.

Sin quì il tutto termina in sospetti e conghietture; e che altro poteva farsi di più, attesa la idea medesima che s'era il Neuton formata dell' attrazione? Questa forza, secondo lui, è proporzionale alla massa de' corpi; tutto quello che è in balìa nostra, e sì poca cosa, in paragone del globo sul quale siamo, che l' attrazione di questo rende insensibili tutte le altre piccole attrazioni particolari, come la luce del Sole impedisce, non appaia quella d'una candella. Bisognava dunque trasportare questa ipotesi a de' corpi isolati, e lontani assai gli uni dagli altri, per vedere, se si potea supporre che si attraessero, e se la loro attrazione facevasi secondo le leggi immaginate; imperocchè, lo ripeto, queste leggi non potevano verificarsi nelle piccole attrazioni, e se si potea dubitarne: l' attrazione in generale era un' ipotesi mal puntellata. Il Filosofo Inglese meglio d'ogni altro sentendo, quanto abbia d' autorità l' Esperienza nelle questioni di Fisica, e non potendo farla parlare, almeno in modo decisivo, su la superfizie della terra, cercò prove in un campo più vasto, e a lui ben noto. Ragguagliò il moto de' corpi celesti con le conseguenze del suo principio, e vi trovò tanta conformità, che ognuno è tentato di credere, che questo grand'uomo abbia indovinato il secreto della natura.

Qualunque vantaggio o prerogativa, che aver possa l'ipotesi Neutoniana, sopra tutte quelle che

l' han preceduto; tuttochè ella ſpieghi più adeguatamente d' ogni altra il moto delle Stelle, e ſi eſtenda ſino a render ragione delle loro irregolarità apparenti, il fondo o la ſoſtanza della coſa reſta ſempre da diſcutere. Gli argomenti del Sig. Neuton (lo confeſſo) guidano a credere che i pianeti hanno una tendenza reciproca gli uni verſo gli altri; che queſta forza opera ſecondo le leggi ch' ei le attribuiſce, ma tutto queſto può eſſere primitivamente l' effetto di qualche impulſione fiſica, nè ha oſato il Sig. Neuton di negarlo. Con qual diritto dunque i ſuoi diſcepoli vogliono convertire l' attrazione di fatto in virtù inerente, in attributo primitivo; in nuovo principio? Forſe che rivedendo eglino i fatti, che hanno moſſo il maeſtro a ſoſpettare l' attrazion generale, v' hanno altra coſa veduto, ch' egli non vide? Hanno forſe ſcoperto manifeſtamente nella coſa ſteſſa, l' impoſſibilità d' una ſpiegazion meccanica? oppur aſſumono per prove dell' attrazione, tutte le applicazioni infruttuoſe, fatte fin ora dell' impulſione, a cèrti fenomeni difficili da ſpiegarſi? Le due prime ragioni non ſono ſtate per anche allegate da alcuno; e quelli che ſi ſono avventurati recando in mezzo la terza, ſono ſtati di buona loica privi; imperocchè non è già raziocinio regolato il dire, *queſto non è colle leggi dell' impulſione ſpiegato, dunque è un effetto della virtù attrattiva*: biſognerebbe innanzi tutto, far due coſe, 1. provare che queſti due principj ſuſſiſtono. 2. che il primo non può aver luogo nel fatto che ſi diſcute.

Queſte ſorte di fenomeni, per conchiudere una volta il noſtro diviſamento, che indicano ſecondo

do i nuovi Neutoniani, l'attrazione, ſono dunque così frequenti come quelli che provano l'Impulſione? e s'attengono eglino alla natura per tante ſpecialmente diverſe parti, quante un potrebbe immaginarſelo? Quando ſi mira ben da preſſo la coſa ſcopreſi che tutto quello che tanto ſi pena a ſpiegare per via della preſſione de' fluidi ambienti, o per via di tutt'altra cauſa meccanica, toltene alcune eccezioni, ſi può facilmente ridurre ai tubi capillari; tal è la ſalita de' liquori ne' corpi ſpongioſi; tali ſono le diſſoluzioni, l'efferveſcenze, ed altre operazioni chimiche, dove faſſi una penetrazion reciproca d'una materia ne' pori d'un'altra: che ſo io, che non ſi poſſa ancora qua rapportare quell'unione ſpontanea di due gocce d'acqua che ſi confondono in una, innanzi che una cagione eſterna e nota occaſioni il contatto? Imperocchè tutti i corpi, e maſſimamente i fluidi, s'eſalano in vapori; ſono circondati da una piccola atmoſfera più rara, più poroſa che la maſſa, e due gocce d'acqua, per conſeguenza, ſi toccano, avanti che noi ce n'accorgiamo.

La ſcola d'Ariſtotele credeva all'orrore del vacuo, perchè ſembravale di vederne de' ſegni in tutta la natura: l'aderenza, o combaciamento ne' corpi levigati, la difficoltà di ſcoſtare i lati o le ale d'un mantice otturato da tutte le parti la ſalita dell'acqua nelle trombe aſpiranti, la reſiſtenza dell'animella d'una ſeringa, che ha l'eſtremità chiuſa, ec. tutti queſti fenomeni, dappoichè fu conoſciuto il peſo dell'aria, facilmente alla vera cagione approſſimar ſi fecero, checchè fin allora foſſero ſtati creduti ſeparatamente al-

trettante prove del principio oscuro. Quest' avvenimento è una lezione per quelli, che pensano di vedere dappertutto degl' indizj della virtù attrattiva. Se tutte queste pretese prove, che pare dicano la stessa cosa in tante diverse maniere sono tuttavia riducibili al medesimo genere; se tutto quello che i difensori delle attrazioni han di più forte da addurre, è soltanto il fenomeno de' tubi capillari, presentato sotto varie forme, dassi senza dubbio un circolo vizioso nel loro argomentare; imperocchè se si prevalgono della virtù attrattiva per spiegare i tubi capillari, e chiamano questi tubi medesimi in prova dell' attrazione; segue una delle due, o non provano, o la spiegazione si riduce al fatto; ed è lo stesso che supporre, come si suol dire, ciò che è in questione. Qual è l'uom di senno, che ignorando la natura e la forza del vento, creder volesse di primo lancio, che l'impulsione dell' aria è quella che fa girare tutti i mulini da vento, che trasporta i vascelli da un capo all'altro dell' Oceano, e che opera tutti i moti di tale spezie? massimamente se egli avesse in tutta la sua vita veduto de' mulini a braccia, e delle barche tirate con delle corde.

Ma supponiamo per un momento, che la virtù attrattiva sia provata in altra guisa, e vediamo quel ch'ella possa, maneggiata da più valenti Neutoniani per spiegare l'effetto de' tubi capillari, per occasione de' quali siamo in questo divisamento intorno all' attrazione entrati.

„ Il vetro, dicesi, attrae l'acqua più di quel „ che l'acqua attraga sè stessa: tosto che l'ori„ ficio del tubo viene a toccarla, ella s'innalza

„ fin

„ ſin a tanto che il ſuo peſo faccia equilibrio alla „ virtù attrattiva, che riſiede nella ſuperfizie in„ teriore del tubo.

„ L'acqua ſollevaſi più alto ne' piccioli tubi, „ che ne' groſſi; perchè la loro ſuperfizie è più „ grande relativamente alla ſolidità della colon„ na d'acqua, e le parti del mezzo ſono meno „ lontane dal vetro che le attrae.

„ Il mercurio ſi tiene più baſſo del livello in „ coteſti piccioli tubi, perchè eſſendo più denſo „ che 'l vetro, attrae più sè ſteſſo, di quel che „ il vetro poſſa lui attraere.

A prima viſta l'attrazione fa quì bella moſtra; ma eſaminiamo più da vicino la coſa, e ſeguitiamo paſſo paſſo le conſeguenze del principio, che ſerve di fondamento a queſte ſpiegazioni. Tutti i corpi penetrabili dall'acqua, e che per queſto conto debbonſi conſiderare come tubi capillari, non ammetton forſe ne' loro pori, e non ſollevano ſopra del livello, i fluidi meno denſi di loro? L'altezza della colonna elevata nel tubo, è forſe regolata ſempre dall'eccesſo d'attrazione del vetro, e dalla gravità ſpecifica del liquore? Non ſi vede egli de' liquori più peſanti, ſollevarſi nel tubo medeſimo, più ſu che altri i quali ſon più leggieri? Si ſa, che l'Eſperienza riſponde a queſte quiſtioni poco favorevolmente alla ſpiegazione poc'anzi da noi veduta. Ma laſciamo ragionare uno de' piu ingegnoſi partigiani dell'attrazione *. Ecco la ſua obbiezione.

„ E' un fatto coſtante, che i liquori ſi ſolle„ vano ne' tubi capillari in ragione inverſa del lo„ ro

* M. Jurin Tranſ. Phil. n. 255. art. 2. e n. 363. art. 2.

„ ro diametro : quindi è che se la colonna ele-
„ vata sopra del livello , sarà un pollice alta in
„ un tubo largo mezza linea , in un tubo una
„ volta più grosso averà 6 linee. Ma quest' ulti-
„ ma colonna, benchè più corta , comprende più
„ acqua, come si sa , della prima ; pure la su-
„ perficie del vetro che tocca la più minuta e
„ sottil colonna, e maggiore che quella che con-
„ tien l'altra colonna , avuto rispetto alla quan-
„ tità dell'acqua. La forza attrattiva non è dun-
„ que proporzionale alla superfizie interna del tu-
„ bo ; o (il che ammetter non si può) la ca-
„ gione medesima non avrebbe un effetto co-
„ stante.

Il Sig. Jurin * avendo esposta con questa difficoltà , e con decisive Esperienze , l'insufficienza della precedente spiegazione , glie ne sostituisce un' altra . Egli pretende che l'attrazione del tubo adoperi sol per la parte anulare dell' interna superfizie , ove termina la colonna di liquore . Fonda egli la sua opinione sopra ingegnose e speciosissime Esperienze. Immerge il tubo AB *Fig.* 15. formato di due parti AC, CB, le quali hanno diametri assai differenti. Quantunque un tubo della grossezza di CB non potesse sollevare il liquore se non al punto E, se tuttavia egli s' empie fino in D, l'acqua vi resta sospesa, purchè questa porzione del tubo sia d' un tal diametro , che un tubo della sua grossezza dovesse inalzar l'acqua all' altezza B D.

E se

* Le dissertazioni di M. Jurin si trovano alla fine delle Lezioni di Fisica esperimentale di M. Cotes , tradotte in Francese da M. le Monnier. Parigi, 1740.

E se si rovescia questo tubo, come F G, l'acqua non s'alza e non riman sospesa se non nel punto F, altezza alla quale ella solleverebbesi col mezzo d'un tubo il qual fosse, in tutta la sua lunghezza, d'un diametro uguale alla parte F.

Appar dunque da tali sperienze, siccome il Sig. Jurin ha osservato, che se l'altezza delle colonne d'acqua sostenute, dipendesse dall'attrazione di tutta la superfizie interna, il liquore non dovrebbe sostenersi più alto che il punto E nella prima; e nella seconda eccederebbe l'altezza F, poichè la più lunga parte del tubo che la contiene, è, per supposizione, d'un diametro idoneo a farla ascendere una quantità eguale a B D. Questa elevazione, o sospensione di liquore, dipende dunque più tosto dalla parte anulare del vetro ove termina la colonna; poichè l'altezza dell'acqua si cambia in un col diametro di quest'anello.

Il dotto e giudizioso autore di queste sperienze, meno adoperando per anticipata opinione in favor del sistema delle attrazioni da lui non abbandonato, che per amore della verità preferita da lui ad ogni cosa, non dissimula niente, ma reca in mezzo tutto quello che indebolir può la sua opinione; la prima sua Esperienza può essere fatta in modo che provi troppo, e diventi ella stessa un nuovo fenomeno, che merita d'essere spiegato.

In luogo del tubo A B, *Fig.* 15. si serve egli d'un imbuto, che aver può molti pollici di larghezza, e che finisce in tubo capillare, siccome si può vedere nella *Fig.* 16. Se quest'imbuto così rovesciato, non eccede l'altezza alla quale si po-

potrebbe elevar l'acqua in un tubo groſſo, come la parte H, potrà refar pieno affatto, come D B della precedente Eſperienza. Se l'attrazion anulare ſoſtiene la colonna H I, come la grande quantità d'acqua, che la circonda, ſi ſoſtiene mai?

Non ſi è mancato di riſpondere, che coteſta maſſa d'acqua è ſoſtenuta dall'attrazione della parte conveſsa, cioè, che ogni punto del vetro K, L, ec. attrae la colonna, che gli è ſottomeſſa; ma una nuova Eſperienza diſtrugge queſta riſpoſta.

Quando ſi dà all'imbuto la forma ch'egli ha nella *Fig.* 17. e ſi riempia ſolo in parte, più però di quello ch'eſſer lo potrebbe, ſe l'acqua vi ſi ſollevaſſe in virtù unicamente della proprietà del tubo capillare; ſe ſi tocchi l'orifizio ſuperiore col dito inzuppato, così che vi entri una goccia d'acqua, la colonna reſta ſoſpeſa, come ſe egli foſſe affatto pieno: non è più allora la parte conveſſa del vetro che l'attragga.

A queſto modo il Sig. Jurin confuta le ſpiegazioni, nelle quali infruttuoſamente è adoperata la virtù attrattiva; ma queſto principio, ch'ei non crede di dover abbandonare, gli porgerà poi una volta il vero ſcioglimento del modo? Ella è ſempre util fatica, diſtruggere le inſuſſiſtenti ragioni, le quali ſono tanti oſtacoli nel ſentiero della verità, tolti i quali s'appiana il cammino. Non perdiam di viſta queſta materia, trattata così per le mani d'un uomo, che pare averci poſto uno ſtudio ed una profonda applicazione, più di qualunque altro che à lui precedente.

Con ragione accordando il Sig. Jurin, che

non

non ſi può veriſimilmente attribuire la ſoſpenſione di tutta la maſſa d'acqua nell'imbuto, all'aderenza ch'ell'ha con la piccola colonna del mezzo, che è immediatamenre attratta dalla parte capillare H; e vedendo per Eſperienze replicate nel vuoto, che il peſo dell'aria groſſolana non ha parte in tali effetti con ottime intenzioni verſo l'attrattiva virtù e con tutta la deſtrezza d'un Fiſico avvezzo da lungo tempo alle ſperienze, finalmente è coſtretto di ricorrere alla preſſione d'un *mezzo tanto ſottile, che penetri il recipiente*, e che adoperando più liberamente ſu la ſuperfizie del vaſo che vi è immerſo, eſſer può la cagione di coteſta ſoſpenſione ſopra del livello. Che altro è ciò, ſe non riconoſcere l'inſufficienza dell'attrazione a ſpiegare le proprietà de' tubi capillari? ma ſaria deſiderabile, che molto più ſi diceſſe per far conoſcere come queſto mezzo ſottile, che ſi ammette, comprima più liberamente l'acqua del vaſo, che la contenuta nel tubo.

M. Cleraut * in una dotta Diſſertazione, ch'egli ha poc'anzi data in luce, applica felicemente alcuni principj da lui poſti e ſtabiliti in prima, ai fenomeni de' tubi capillari. A lui pare; che il Sig. Jurin non adoperi nell'eſame di queſta queſtione, principj che baſtino, per trarne una ſpiegazione completa; e in vece d'attenerſi, come fa egli, alla ſola attrazione del picciolo anello di vetro che termina la colonna di liquore, eſamina il fatto ſecondo le leggi generali dell'idroſtatica, e calcola poi, quanto l'attrazione poſſa alte-

* Teoria della Figura della terra, tratta da' principj dell'Idroſtatica.

alterare il livello, quando il tubo è capillare. Le ſue deduzioni ſono all'Eſperienza in tutto conformi; ma quello che vi ha di ſingolare, ſi è che ſecondo la teoria di M. Cleraut, tant'è lungi che l'effetto provenga dall'attrazione della parte ſuperiore del tubo, a cui ſembra che attribuir ſi debba, ſecondo le ſperienze del Sig. Jurin, che al contrario è la parte inferiore quella che adopera; e la ſuperiore non ci ha parte veruna, la ſua attrazione eſſendo contrappeſata, da una attrazione eguale, nella parte mezzana del tubo.

Da tutto queſto riſulta, che queſti fenomeni o non ſono per anche bene ſpiegati, o che le ſpiegazioni che ſe ne danno; s'attengono ad ipoteſi, non ricevute generalmente. Forſe ciò naſce, dall'eſſerſi i Fiſici oſtinati a voler produrne una ſola e unica cagione; quanti effetti naturali vi ſono, che hanno più cauſe, e che non ſi poſſono per tutte le lor facce conoſcere, fuorchè eſaminandoli ſotto diverſi punti? La preſſione ineguale di qualche fluido è probabilmente il punto fondamentale della ſpiegazione, ma l'adereſcenza o la viſcoſità naturale de' liquori, la grandezza e la figura delle loro parti, e forſe un certo movimento lor proprio ec. ſono altrettanti mezzi che può la natura impiegare per così fatti effetti, e ſono altrettanti oggetti che conſiderar dobbiamo nelle noſtre ricerche.

APPLICAZIONI.

Quantunque ben chiaramente da noi non ſi veda, qual ſia la cagione immediata dell'elevazione e della ſoſpenſione de' liquori ne' tubi capillari,

ri, queſti fenomeni ben liquidati ſono di non poco momento, perchè pare che abbiano gran parte nelle operazioni della natura, e perchè quello che ne ſappiamo; ci può guidare a molte altre ſcoperte. Non ſappiam bene qual ſia la vera cagione della gravità de' corpi; tuttavolta mercè la cognizione che abbiamo delle ſue leggi, ſiamo in iſtato di render ragione di moltiſſime coſe, che ſarebbono altrimenti ſepolte in una profonda oſcurità. Similmente, quando io ſo che i liquori ſollevanſi, ad onta della lor gravità, ne' canali anguſti, di qualunque materia e figura che ſieno, non rimango più attonito nel trovare umidi ſino alla cima, ora un mucchio di ſabbia, ora una pietra tenera, ora un troncone collocato in piedi; ec. eziandio ſe queſti corpi non foran ſe non in parte immerſi nell' acqua. Imperocchè, eſſendo poroſi, l'acqua vi trova de' piccoli canali, per li quali aſcende, come farebbe in piccioli tubi di vetro, perchè in un canale eguale diritto, il liquore oppone tutto il ſuo peſo alla cauſa che lo ſolleva, dovecchè ne' paſſaggi tortuoſi, che gli porge l'interno d' un corpo ſolido, egli trova come de' ripoſi, dai quali ripiglia probabilmente le ſue moſſe, e forſe con nuovo vigore.

Ma quello che vediamo ſuccedere in piccolo, non potrebbe forſe avvenire anche in grande? Il mucchio di ſabbia bagnato ſino alla ſommità, forſe ſpiegar potrebbe l'origine di certe ſorgenti ineſauſte, che ſomminiſtrano ſempre un' egual quantità d'acqua, e che par non ne ſien debitrici alle ſtagioni, nè ai vapori, nè ad altre influenze dell' atmoſfera, e che ſi trovano eziandio vicine al mare. Queſti è un penſiere molto plauſibile,

bile, e che da molti autori * è ſtato ricevuto; tuttavolta egli perde una parte della ſua veriſimiglianza, ſe ſi bada, che un tubo capillare non produce mai effluvio per la ſua parte ſuperiore, e che la ſabbia, tuttochè ammollata molto più ſopra del livello dell'acqua, lo è quaſi ſolamente nell'interno, o ſe lo è anche al di fuori, non ne naſce ſorgente.

Il troncone, che ſi ammolla e s' inzuppa ſino in quella parte che non è immerſa, può ſvegliare alcune idee ſopra l'arcano della vegetazione; ſi ſa che le piante creſcono, per quell' umor nutrizio, il quale paſſa dalle radici al gambo, e da queſto ai rami; ma qual è la potenza che ſolleva così queſto liquore? ciò tuttavia s' ignora; Finchè ſe ne venga a chiara notizia, ſi potrebbe forſe conſiderare que' ſentieri per li quali il detto ſucco ſcorre, quaſi tanti piccioli canaletti capillari, o come un teſſuto continuo di corpi ſpongioſi, per li quali traſportarſi di giù in ſu, e più o meno abbondantemente, ſecondo lo ſtato attuale delle parti che lo ricevono.

Ma il più mirabile in ciò, ſi è che cadauna fatta di piante par ch' abbia il ſuo particolar umore o ſucco nutrizio; imperocchè è noto che la terra ſi vuota, e s' eſauriſce a forza di nutrire la medeſima ſpezie, e che le ſi dà ſollievo, dirò così; con variar la ſemenza ſul medeſimo fondo. Come dunque in un giardino ciaſcun albero riceve il nutrimento che gli è proprio! come il pomo non piglia il ſucco conveniente alla

* Plot. *Tentamen Philoſoph. de origine fontium*. Derham. *Theolog. Phyſ.*

la vite? come il mirto non ſuccia quel che appartener dee al gelſomino, o al caprifoglio?

Non ſi può a tali queſtioni di preſente riſpondere ſe non imperfettamente, perchè ſiamo tuttor poco informati di quello che in realtà ſuccede per cotal verſo. Ma ſe è vero che i canali che portano l'umore nutrizio, faccian l'opra de' tubi capillari, preſentaſi un eſempio di queſto genere, che potrebbeſi riputare per una rozza imitazione della natura, quanto all'oggetto preſente. Se ſi porranno in un medeſimo vaſe due liquori aſſai diverſi l'uno dall'altro, come olio, vino, e vi s'immergeranno due capi di ſtriſcia di drappo, una delle quali ſia ſtata imbevuta di vino, e l'altra d'olio, entrambe ſi diporteranno come una ſpugna, ma la prima non tirerà a sè ſe non il vino, l'altra l'olio ſolamente. Tutti i corpi di queſto genere ſono atti a ſollevar liquori; ma impregnanſi dell'uno più toſto che dell'altro, ſecondo l'analogia ch'egli ha con loro. Queſta analogia conſiſte ſenza dubbio nella figura, nella grandezza, nella diſpoſizione delle parti, &c. ogni ſpezie di pianta fa forſe non ſo che di ſimile, e per le medeſime ragioni.

E' vero, che la ſalita de' liquori in un piccolo tubo di vetro, ad alcuni pollici di altezza, paragonata coll'elevazione del ſugo nutrizio d'una quercia, o d'un abete, laſcia ſcorgere una portentoſa differenza, e fa quaſi credere, che queſti due effetti non abbiano una ſola ed unica cagione. E appunto perciò non ho accennata queſta comparazione, come una ſpiegazione completa; i canali dell'umor delle piante non ſon meri tubi, ma ſono organizzati; e per queſta ragione

a lor funzione di tubi capillari può avere effetti ai quali egli ſarebbe incapace di eſtenderſi, ſe, foſſe altrimenti. Un tronco, od un albero morto ſul ſuo fondo, più non vegeta; non già perchè manchino in eſſo i canali dell'umor nutrizio; ma perchè l'organizzazione è diſtrutta.

Eſaminando noi nella ſeſta Lezione, come i vapori e l'eſalazioni ſollevin, e ſoſtenganſi nell' atmoſfera, ſuppoſto abbiamo, che queſta maſſa d'aria la qual copre la ſuperfizie del noſtro globo, ſia una gran ſpugna la quale riceve ne' ſuoi pori tutte le parti eſalate delle materie pertinenti alla terra; ecco quello che render può probabile queſta opinione.

1. L'aria è compreſſibile; queſt' è un fatto che non ammette dubbio. Qualunque figura che ſi dia alle ſue parti, biſogna ſempre concedere, che elleno non ſono così ſtrette le une appreſſo dell'altre, come lo potrebbon eſſere, e che vi ha de' piccioli intervalli, che ſi ſchierano, dirò così l'un dietro l'altro, e ſi toccano, ſicchè forman de' canaletti tortuoſi, più o meno capillari in un tempo che in un altro, ſecondo la denſità attuale dell'aria; e che ſi poſſono riempire di tutt'altra materia.

2. I vapori e le eſalazioni, quando ſono ſtaccate dalle maſſe, di cui facean parte, ſono nello ſtato di fluidità; e per queſta ragione ſono ſuſcettibili, come i liquori, di tutti gli effetti proprj de' tubi capillari.

3. Siccome i liquori ſi ſollevano più o men alto, ſecondo lo ſtato attuale de' tubi capillari, cioè ſecondo la grandezza del loro diametro, e l'analogia della lor propria materia con quelle, ch'

ch' e' fan montare; così riputar si può come cosa indubitata, che i vapori ascendano più o meno, secondo la disposizione dell'atmosfera.

Qui presentasi una difficoltà notabile. Per la terza Esperienza, *Fig.* 14. si fa, che il liquore tanto più sollevasi nel tubo capillare, quanto il tubo è più angusto. I pori dell'aria sono più chiusi e ristretti nel verno che nella state; ne segue, secondo la mia ipotesi, che i vapori devono dunque sollevarsi più alto nell'inverno che nella state, lo che non è verisimile.

Nè io tampoco lo credo, che più alto si sollevino; ma concederei volontieri ch'eglino sollevansi appresso a poco alla medesima altezza in tutte le stagioni; imperocchè quali prove abbiam noi del contrario? e il barometro essendo d'ordinario un po più alto l'inverno che la state, bisogna bene che qualche cosa mantenga, ed anche aumenti il peso dell'atmosfera; la densità dell'aria aumentata nelle stagioni fredde, compenserebbe forse ella sola la diminuzion de' vapori? Quando si volesse ciò conchiudere, non si potrebbe, avvertendo che le evaporazioni sono molto abbondanti anche nel gran gelo; se quello che allor svapora, trova troppo angusto sito nell'aria, dee dunque cercarne più alto. Oltre che ell'è una supposizione generalmente accettata, che la temperatura dell'atmosfera non varia tanto nella mezzana regione ove sollevansi i vapori, quanto quaggiù su la superfizie della terra; la porosità dell'aria vi è dunque appresso a poco la stessa in ogni tempo. Or l'Esperienza del Sig. Jurin, *Fig.* 15. ci addita che l'elevazione de' liquori ne' tubi non dipende dalla larghezza che

hanno nel lor dilungo ; ma da quella dove termina la colonna ; così qualunque cambiamento che quaggiù avvenga alla denſità dell'aria , ſe la mezzana regione poco ſi muta , ſiccome con tutti i Fiſici è giuſto ſupporlo , la conſeguenza che ſegue dalla mia ipoteſi ; non è una obbiezione , che la debba far rigettare.

4. Siccome un tubo capillare che ſoſtiene una colonna di liquore , o ſiccome una ſpugna piena d'acqua ; non ne attigne di più : così anche l'aria troppo caricata , non tira ſu maggior copia di vapori ; le acque , e generalmente tutti i corpi ſvaporano molto meno in un tempo umido e di calma , che quando ſpira un vento ſecco. Nel primo caſo , l'aria è una ſpugna caricata di liquore , nel ſecondo , una ſpugna vuota , e che di continuo rinovaſi ſu le medeſime ſuperfizie.

5. Tutti i Fiſici accordano , che ciò che fa cadere i vapori in forma di pioggia , è qualche grado di freddo , che condenſa la parte dell' atmoſfera , dov' eglin regnano , e che ravvicinando le particelle d'acqua , le uniſce in goccie così peſanti , che un pari volume d'aria non le può ſoſtenere ; queſta ſpiegazione , la quale è naturaliſſima , non diſtrugge l'idea , ch'io mi formo dell' atmoſera : l'aria che ſi condenſa , è una ſpugna premuta , e attribuiſco queſta compreſſione non ſolo al raffreddamento , che può eſſere la cagione più ordinaria , ma eziandio ai venti , che riſtringono le nubi , cioè la parte dell'aria ; carica d'acqua ; e in fatti la pioggia (particolarmente la tempeſtoſa) cade per lo più a ſcoſſe , ſimili affatto allo ſpremimento d' un corpo ſpugnoſo , pieno d'acqua.

6. Vi

6. Vi ſono certe pioggie, che vengono all'improviſo, con un tempo quieto e caldo, di tal maniera che ſi ſtenta a conciliarle con le cauſe, delle quali poc'anzi abbiamo parlato; pare a me che nella mia ipoteſi molto bene anch'eſſe ſi ſpieghino: Quando un tubo capillare ha innalzata l'acqua a due pollici, in virtù d'un diametro, che ha ſol un quarto di linea; ſe diventaſſe la metà più largo, ben ſi capiſce che l'acqua non vi reſterebbe alla ſteſſa altezza; una ſpugna, che contiene particelle d'acqua le laſcerebbe ſcorrer fuora, ſe per qualche mezzo, ella veniſſe dilatata al di là del naturale ſuo ſtato. Fate che un raggio di Sole diretto, o rifleſſo, riſcaldi, e per conſeguenza rarefaccia una parte dell'atmoſfera, carica di vapori, in ſufficiente quantità: queſto piccole maſſe, laſciate in balia del loro proprie peſo, cominceranno a cadere, e ſi uniranno in forma di pioggia, nel tempo della loro caduta. Queſta ſpiegazione ſembra eziandio confermata dall'Eſperienza; imperocchè quando cominciaſi a rarefar, con la macchina pneumatica, l'aria contenuta nel recipiente, non ſi laſcia di ſcorgervi un vapore, che cade come una pioggia ſottile ſopra la piaſtretta *.

Con attribuire all'atmoſfera le proprietà de' tubi capillari, ſembra che ſi sbandiſca, per quello riguarda tai fenomeni, ogni ſpiegazione appoggiata alla preſſion d'un fluido ambiente, che pur appare il principal fonte de' lumi ſperabili ſu queſta oſcura materia: imperocchè ſe la maſſa d'aria adopera come i tubi capillari, non ſi può

* Memoir. de l'Academ. des Scienc. l'An. 1740. pag. 243.

più penſare a render ragione di queſt' effetto con la ſua preſſione.

Queſta conſiderazione ci dee rendere circoſpetti; ma non deve già oſtare all'ammettere una verità, la quale foſſe altronde ben provata: in ſecondo luogo, le ſperienze fatte e ripetute nel voto da un gran numero di Fiſici, hannoli coſtretti a confeſſare comunemente, che l'aria groſſolana, di cui quì ſi favella, niente contribuiſce ai mentovati fenomeni: e laſciando noi da parte nella preſente queſtione, il peſo di queſto fluido, non rigettiamo in veruna maniera un altro mezzo più ſottile, di cui generalmente ſi conviene tra Fiſici, e che aver può le ſue funzioni a parte.

ARTICOLO II.

Intorno alle cauſe della fluidità e della durezza de' Corpi.

QUando ho definito i fluidi nella Lezione precedente, li ho rappreſentati, come ammaſſamenti di corpuſcoli ſolidi, mobili cotanto, gli uni riſpetto agli altri, che al menomo urto ſi ſeparano. Parecchi Fiſici pretendono, che non baſta attribuire una grande mobilità alle parti de' fluidi e de' liquori; ſi vuol di più, e con ragioni plauſibili, che oltre l'eſſere diſpoſtiſſime a muoverſi, ſi muovano in effetto. Alcuni tuttavolta più ritenuti, in quello che concerne un tal movimento, ſol quello n'ammettono, che abbiſo-

ſogna per ſpiegare certi fenomeni, de' quali credono che ſi durerebbe fatica a render ragione, ſenza una tale ſuppoſizione: danno a queſto moto inteſtino de' liquori, ogni ſorta di direzioni immaginabili, e nello ſteſſo tempo gli danno sì poca eſteſa, che non giugne a ſmuovere ſenſibilmente di luogo le parti. In queſti limiti contengonſi i più di coloro, che hanno più familiari le oſſervazioni e le ſperienze, che i ſiſtemi. Allora queſta ſpezie di agitazione attuale de' fluidi non differiſce da quella, che il calor naturale mantiene ne' ſolidi; e ſe queſto moto è la cagion immediata di certi effetti, che ſon proprj de' liquori, io ſon molto ſtimolato a credere, che ciò avviene ſolo in conſeguenza della grande mobilità delle parti, ch'egli avviva. Spiegomi con un eſempio. Una piccola motta di terreno, diſſolveſi più facilmente nell'acqua (quand'anche foſſe vicina a gelarſi) che nella neve, la quale aveſſe ſoltanto quel freddo che le abbiſogna per non liquefarſi. Queſta differenza naſce ella forſe da un eccesſo di moto nelle parti dell'acqua come liquida? o pur dal troppo poco di mobilità nelle parti della neve? Finchè l'acqua è liquore, il grado di calore ch'ella ha, appartiene a parti libere, e che per una così fatta indipendenza reciproca, ſeguono le loro determinazioni particolari, e penetrano i pori del corpo diſſolubile: non è già la ſteſſa nella neve, le cui molecule ſono legate ſotto la forma di piccioli diacciuoli; elleno ſon determinate, come quelle dell'acqua, verſo i pori che ſon loro aperti; ma per entrarvi biſognerebbe ch'elleno ſi ſpartiſſero in volumi proporzionati alle aperture, e ſe il moto che in lor ſi ſup-

pone, non giugne a cagionare e mantenere la lor divisione, non debbe avere il medesimo effetto, che egli hà nell'acqua: ma tutta la differenza, siccome vedesi, non nasce che da un difetto di mobilità sufficiente nelle parti.

Io crederei dunque volentieri, che i liquori non hanno in sè stessi un moto particolare, che tali gli renda; ma ch'eglino sono in questo stato solamente perchè le loro parti son estremamente mobili fra esse. L'oggetto di quest'articolo è dunque, far conoscere, per quanto si potrà, ciò che può mantenere questa respettiva mobilità; e però che esser duro è lo stato opposto a quello di liquore, le cause dell'uno, indicar ci debbono quelle dell'altro. Vediamo prima, per qual cagione certi corpi son duri, ed altri meno, e come possa farsi che noi sieno sensibilmente. Con questa divisione, abbracciamo tutti i differenti gradi di consistenza, che convengono alla materia, *durezza*, *mollezza*, *fluidità*, *liquidità*.

Non trattasi qui d'una durezza perfetta, quale converrebbesi, per esempio, alle parti insecabili ed elementari, agli atomi. Ciò che presentemente forma l'oggetto delle nostre ricerche, è quella coerenza che costituisce una massa solida; che s'oppone alla sua divisione, ma che può sempre cedere ad una forza finita; tal è la durezza del legno, delle pietre, de' metalli &c.

Se i corpi fossero duri solamente all'esterno; se i pezzi che compongono la loro solidità, fossero così grandi, che ci lasciassero scorgere le lor figure, e la proporzione mutua fra loro; se niente di quanto è materiale potesse a' nostri sensi

sot-

ſottrarſi, forſe luſingar ſi potremmo di dare una ſpiegazione diretta de' fenomeni qua pertenenti. Ma i corpi ſon ſolidi internamente come all'eſterno, e le loro molecule più ſottili nol ſon meno, che la maſſa totale; quindi la cauſa di tale coerenza, opera ſopra ſoggetti che sfuggono dagli occhi; ed in luoghi, dove non le poſſiam tener dietro. Per ſola analogia dunque e per conghiettura giudicar ne poſſiamo: queſta ſtrada non è la più ſicura per giungere al vero: ma poſſiamo permettercela, quando non ne abbiamo una migliore; oltre che ſervendoſene con moderazione, ci può ella guidare ad utili ſcoprimenti.

PROPOSIZIONE.

Più corpi poſſono inſieme attaccarſi, per la preſſione d'un fluido, che li cuopre, o che li attornia da tutte le parti.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Il pezzo A, *Figura* 18. è un boccone di ſughero cilindrico, la cui baſe è guernita d'una ſtaffa, e d'una piaſtretta di rame ſottile, e ben diritta: in maniera che il tutto inſieme peſa meno che dell'acqua. B è un pezzo ſomigliante per la forma, ma che è intieramente di metallo. Si tingono i due piani con un leggiero ſtrato d'olio d'olive, e dopo d'averli puntualmente applicati l'un ſopra l'altro, s'alluogano come *a*, *b*, nel fon-

fondo d'un gran vaſe, il qual ſi riempie d'acqua.

EFFETTI.

Quantunque il pezzo *a* ſia più leggiero d'un pari volume d'acqua, e queſta leggerezza reſpettiva lo ſolleciti a ſepararſi dal pezzo *b*, che è ritenuto dall'eccesſo del ſuo peſo nel fondo del vaſo, pure vi reſta coſtantemente attaccato.

SPIEGAZIONE.

Queſt'effetto proviene, dal non eſſere la colonna d'acqua che ripoſa perpendicolarmente ſopra, contrappeſata da verun altra, che adoperi di ſotto, a cauſa dell'unione ſtretta delle due ſuperfizie. Che queſta ne ſia la vera ragione, ſi prova: perchè ſe coteſti due pezzi, in luogo d'olio, ſi bagnino d'acqua, per unirli, rimeſſi poi nell'Eſperienza, la maſſa d'acqua onde ſi cuoprono li diſuniſce, introducendoſi frammezzo l'un e l'altro, poichè non vi trova fuorchè una materia aſsè ſimile, la quale non gli fa oſtacolo, come un liquor graſſo.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

CD, *Fig.* 19. son due scatole di rame, nelle quali si sono inserite ed incollate due placche di marmo ben lavorate, ovver due lastre di specchio grossette. Sopra la staffa della scatola C, si son congegnati quattro piccoli cannoncini, che ricevere debbono altrettanti piccioli schidioni di legno, i quali fansi eccedere il piano del marmo, quando n'è l'uopo.

EFFETTI.

1. Ammollati che si sono i due marmi, e applicati l'un contro l'altro, sfregandoli un poco, per rendere più puntuale il combaciamento, e per scacciarne via tutte le particelle dell'aria ch' esser vi potessero, queste due placche separansi facilmente, se lo sforzo si fa parallelamente ai loro piani.

2. Ma se quando sono unite, si caccian ben entro i piccoli schidioni, per impedire che sdrucciolino, o se si tirano perpendicolarmente alle loro facce, convien adoprare una forza notabilissima per separarle.

SPIEGAZIONE.

Questa Esperienza, la quale è antica, serviva un tempo per prova dell'*orrore del vacuo*; ma dopo

po che si è scoperto manifestamente l'abuso di queste parole, che nulla significavano, ella si è spiegata meccanicamente, mercè la pressione dell'aria, che attornia i due piani applicati. Si sa, che i fluidi pesano per ogni verso; questo peso è una forza che deve avere il suo effetto, se qualche azione o potenza contraria non la tiene in equilibrio; cotesti due piani, uniti insieme, e sottomessi al peso dell'atmosfera, non debbon portarsi nè da un lato nè da un altro, perchè sono egualmente premuti da tutte le parti; ma ciascun d'essi è spinto contro il suo simile, e dee starvi attaccato, perchè fra i due piani non vi è reazione che s'opponga al peso dell'aria esterna. Per una simil ragione, i fanciulli smovono o traportano delle pietre con una rotella di cuojo ammollato, che attaccano, e tirano con una corda. Un'ombrella, o parasole disteso, e rovesciato, ralente a un terreno pulito ed eguale, fa ancor egli resistenza sensibilissima, quando si tira alla rimpazzata: e si corre risico di rompere una lastra di specchio, che si leva su perpendicolarmente al piano, sul quale ella riposa, se questo piano è levigato ed eguale assai.

Nulla ci sarebbe da opporre a questa spiegazione, se i nostri due marmi, dopo d'essere stati uniti nell'aria, si separassero da sè stessi nel vuoto, come si dice comunemente che accada. Ma quando si procede con esattezza e si schifano tutti i moti stranieri che possono ajutare la separazione, forza è confessare, che spessissimo l'union sussiste, dopo rarefatta l'aria quanto è mai possibile con una perfetta macchina pneumatica. L'aderenza, o lo stretto combaciamento per ordina-

dinario va ſcemando, ma non ceſſa intieramente, ed il grado di forza che gli reſta, e che io ho procurato di miſurare con dei peſi, m'è ſembrato dipendere dalla natura de' piani, dalle lor dimenſioni, e dalle materie interpoſte per unirli; Vedi la *Fig.* 20.

Queſt' effetto tanto più merita attenzione, quanto che ha luogo non ſolo ne' corpi ſolidi, ma eziandio ne' liquori. Il Sig. Hughens * oſſervò egli il primo, che l'acqua reſtava nel vuoto molto più alta del ſuo livello, e che quello che ci mancava, non ſi potea attribuire a quella picciola quantità d'aria, che una buona tromba laſcia neceſſariamente nel recipiente. Dopo lui, il Boyle avvertì la medeſima coſa, e s'avanzò con l'Eſperienza, fino a ſoſtenere 75 pollici di Mercurio nel tubo Torricelliano, cioè 47 pollici di più che ſoſtener non può il peſo dell'atmosfera. Una circoſtanza eſſenziale da oſſervarſi, ſi è che i liquori non rimangano così ſoſpeſi, ſe non quando toccano immediatamente la ſommità del vaſe nel quale ſono; imperocchè ogni poco di vuoto, una picciolisſima bollicola d'aria che vi s'incontri, ſempre impediſce o fa ceſſare codeſto effetto; di maniera che non occor aſpettarſi di vedere una colonna di mercurio di 75 pollici, alzata al di ſopra del ſuo livello in un tubo più lungo di queſta miſura.

Il Sig. Hughens cercando una ſpiegazione a cotai Fenomeni, vuo'dire, all'aderenza o combaciamento tenace de' due marmi, ed alla ſoſpenſione de' liquori nel vuoto, ſuppone, che oltre l'aria craſſa che circonda tutti i corpi, e che ope-

* Recueil de l'Acad. des Scienc. Tom. 10. p. 529.

opera col ſuo peſo ſopra le loro ſuperfizie, ve n'è un' altra ancora più ſottile, la quale paſſa, dove non può penetrar la prima, ed a cui i pori ſteſſi del vetro danno libero paſſo; e che alla preſſione di queſto ſottile mezzo, od ambiente attribuir ſi debbe un infinito numero d'effetti, che abbiamo di continuo ſotto gli occhi, e ch' è impoſſibile ſpiegare con l'azione dell'aria comune e nota, l'aſſenza, o la rarefazione eſtrema della quale chiamaſi impropriamente *il vacuo*.

In quanto all'eſiſtenza d'un cotal fluido, pochi Fiſici vi ſono, da' quali non ſia ammeſſa; e nel picciolo numero di coloro che s'oſtinano a negarla, non poſſiamo contenerſi dalla maraviglia quando vi troviam di quelli, che incontraſtabilmente hanno un genio felice per le oſſervazioni, e ſono avvezzi alle ſperienze. Imperocchè non ci è lecito ſupporre, che codeſti ignorino i fatti, che citar ſi poſſono a favore di queſta opinione. Di tutti i Filoſofi moderni, quegli, alle cui opinioni pare che meglio s'affaceſſe il vacuo, fu il Sig. Neuton, or'egli non ha laſciato d'ammettere *un mezzo molto più ſottile dell'aria, il qual mezzo*, dic'egli, *reſta nel vuoto, dopo che ſe n'è tolta colla macchina pneumatica l'aria* *. Vedeſi dall'uſo ch'egli ne fa, dall'eſtenſione che gli dona, dalle funzioni che gli attribuiſce, quanto ei credeva che queſta ſottil materia poteſſe aver parte nelle operazioni più ſecrete della natura. Il Sig. Jurin, più puntualmente Neutoniano che la maggior parte de' ſeguaci della virtù attrattiva, non fa difficoltà veruna

* Trattato dell'Optica l. 3. qu. 18. &c.

runa, ſiccome l'abbiam detto di ſopra, d'ammettere queſt' aria ſottile, quando trova mancargli nel biſogno l'attrazione; e per riſparmiar la fatica di provarne l' eſiſtenza, ſi rimette all' autorità, ed ai paſſi da noi poc'anzi citati.

Se codeſto mezzo reſiſtente è da quei medeſimi ricevuto, a' quali meglio conveniva oppugnare il ſiſtema del Piano, chi non vede eſſere ſuperfluo fermarſi quì a provare, quanto meriti d' eſſere ricevuto da ogni Fiſico che ammette ſol cagioni meccaniche; perciò baſterà dire che dopo il Carteſio, la regola più generalmente oſſervata, è ſtata quella di cercare una ſpiegazione, nell' urto o nell' impulſion de' fluidi inviſibili, di tutti i fenomeni che non poſſono ſpiegarſi con l' azione dell' aria ſenſibile, o degli altri corpi, de' quai poſſiam vedere le operazioni.

Ciò che ordinariamente fa ſtrabiliare coloro, che s' appigliano ad un altro partito, ſi è la fecondità degli effetti, e il gran numero di proprietà, che ſi ſuppongono, nel diviſamento de' fenomeni, e s' attribuiſcono ad una materia, la cui eſiſtenza è tuttavia preſſo che ipotetica.

Vero è, che alcuni Filoſofi han laſciato libero campo alla lor immaginazione, per ſpiegare le diverſe funzioni di coteſti fluidi ſottili; ma quando anche il Carteſio ſi foſſe ingannato quanto al numero, e ce ne foſſero più o meno di tre ſorte; quand' anche i moti ſpeziali delle parti di eſſi fluidi foſſero diverſiſſima coſa dai vorticetti, immaginati dal P. Malebranchio; per farla corta, quand' anche ſi poteſſe avere in conto d' arbitrario ſiſtema, tutto quello che è ſtato detto circa la maniera d' eſſere e d' operare di co-

teſta

teſta materia, la quale può eſſere per tutto dove gli altri fluidi più groſolani non hanno acceſſo: ſeguirebbene forſe, che la ſua eſiſtenza foſſe dubbioſa? Perfettamente convengono tutti oggidì ed affermano; darſi una materia *, che ci riſchiara, e che ci fa veder gli oggetti: Averebbeſi forſe diritto di negarla, perchè intorno alla natura delle ſue parti, ed alla ſua propagazione, molti e varj ſono i ſentimenti?

Raffreniamo del reſto la noſtra immaginazione, ſiccome è dovere, in un'opera, ove ſiamci prefiſſi d'inſegnare altrui ſol per mezzo de' fatti; s'ammetta da noi bensì l'aria ſottile con quaſi tutti i Fiſici; ma non le ſi attribuiſca ſe non quello che ſembra indicato da' fenomeni in modo chiaro e diſtinto; nè ſi ſupponga ſe non ciò che la più ſemplice e la più conſeguente analogia potrà permetterci.

L'aria ſottile fa ſentirſi nel vuoto Boileano; paſſa ella dunque a traverſo de' pori del vetro; e ſi può preſumere, ch' ella penetri parimenti in tutt' i corpi ſolidi.

Ma queſta ſua prima proprietà, non la rende incapace degli effetti che le ſi attribuiſcono? Può ella contenere un marmo applicato ad un altro, ſe liberamente paſſa e penetra, per tutti e due i corpi? Può ella ſoſtener dell'acqua o del mercurio, ſe penetra la ſommità del vaſo o del tubo, ove queſti due liquidi ſon compreſi?

L'obbiezione, non v'ha dubbio, è di momento; ma le ſi riſponde in maniera che appaga, con dire che l'aria ſottile applicata alla ſuperfizie d'un corpo, è ſolo in parte ammeſſa ne va-

cui

* La luce.

cui ch'ella vi trova, e del reſto opera ſopra le parti ſolide che s'oppongono al ſuo paſſaggio, e che diventano tanti punti d'appoggio. Quello che in ſoſtanza può avvenirne, ſi è che i corpi i più poroſi sfuggono maggiormente dalla di lei azione, e che ne riſulta un'adeſione minore, lo che conformaſi con l'Eſperienza. Imperocchè di due placche di metallo, ch'io aveva preparate, per unirle inſieme, come i due marmi della precedente Eſperienza, n'ho pertugiata una in più luoghi, ed in più volte; ed ho oſſervato che l'adeſione ſcemava, a miſura che io interrompeva vieppiù la continuità della ſua ſuperfizie.

Se dimandiſi ora, come l'aria ſottile ſoſtenga nel vacuo un liquore ſopra del ſuo livello non oſtante la poroſità del vetro, che le permette di paſſare per la ſommità del tubo: io riſponderò, che l'azione di queſto fluido è perfettamente libera ſulla ſuperfizie del vaſo *A B*, *Fig.* 21. ma ch'ella è interrotta ſulla cima dalle parti ſolide del vetro, lo che accreſce la preſſione che ſi fa nella parte inferiore.

E' vero che le colonne intermedie *e f*, *e f*, *e f*, che corriſpondono a ciaſcun de' pori del vetro, ſono ſottomeſſe all'azione del fluido, e ch'eſſendo così tra due preſſioni appreſſo a poco eguali, il lor proprio peſo le ſollecita a cadere. Ma ſono ritenute dallo sfregamento e dall'adereſcenza delle colonne che le attorniano e le premono, ſiccome elleno ſteſſe ſon circondate e premute dall'aria ſottile; imperocchè queſt'aria, in virtù della ſua fluidità, peſa in tutte le direzioni, ed il tubo è poroſo in tutta la ſua lunghezza, ſiccome lo è nella parte conveſſa della ſua eſtremità.

APPLICAZIONI.

Le ſpiegazioni, che abbiam fin ora date del combaciamento, o dell'adereſcenza di due marmi, e della ſoſpenſione de'liquori ſopra del lor livello nel vuoto Boileano, ci additano in molto veriſimil guiſa le cagioni immediate della durezza e della fluidità de'corpi. Se vi ha un'aria ſottile che li penetra, e che porta la ſua azione al di dentro come al di fuori; ſe queſt'azione non cade a vuoto ſopra parti ſolide così tenui, così poco eſteſe, come ſon quelle de'liquori, ſi ha fondamento di credere, che queſto medeſimo fluido rattenga l'uno attacco all'altro i pezzi ammaſſati ſotto il medeſimo volume, e che l'adereſcenza che riſulta dalla ſua preſſione, diventa più o meno ſalda, ſecondo la figura delle parti che ſi toccano, la grandezza delle ſuperfizie, il più o meno di puntualità nel contatto ec.

Concepir dobbiamo, che ſe vi foſſe una materia, le di cui parti più ſemplici foſſero in ſi fatto modo tagliate che immediatamente s'uniſſero, ſenza laſciar intervallo fra eſſe, tutta la preſſione dell'aria ſottile opererebbe al di fuori di coteſto ammaſſamento; biſognerebbe per ſconnetterlo, impiegare una forza ſuperiore al peſo di coteſto fluido ambiente; e chi ſa, qual doveſſe eſſere una cotal forza?

Ma una maſſa di ſimil fatta è un ente di ragione: tutti i corpi ſono poroſi; ſolamente il più ed il meno li diverſifica: i pezzi che li compongono non ſono uniti che in parte, ed i vacui che reſtano frammezzo, ſono fuor di ogni dubbio,

bio, ripieni di que' fluidi, ne' quali ſono ſtati i corpi formati; imperocchè li diremo forſe ſpazj aſſolutamente vuoti? Non già. Le concrezioni, che ſi fanno nell' acqua, non ſon elleno ſempre umide internamente? E non vediam noi uſcire da ogni fatta di materie, una grandiſſima quantità d' aria, quando ceſſar ſi fan le cagioni che ve la imprigionano? Vi è dunque dell' aria ſottile in tutti i corpi, e tanto più ve n' è quanto la loro poroſità è meglio proporzionata alla ſottigliezza di queſto fluido; imperocchè potrebbe darſi che un corpo più compoſto conteneſſe tanto o più d' aria ſottile, quanto un altro corpo più poroſo, ſe queſti inſieme con queſto fluido, ammetteſſe ancora qualche altra materia più craſſa, eſempigrazia, l' aria o l' umido dell' atmosfera.

Più che vi ha d' aria ſottile nell' intorno d' un corpo, men queſto corpo è durò; perchè allora le parti ſolide che lo compongono, ſi toccano per meno di ſuperfizie, e la preſſione eſterna è più ſoſtenuta da quella che il fluido traſmette al di dentro. Quando eſempigrazia la cera: ſenſibilmente s' ammolliſce, queſto avviene perchè l' aria ſottile ond' ella è penetrata, dilatata dal calore, dilata ſimilmente gli ſpazj ch' ell' occupa; e però che codeſti ſpazj non poſſono creſcere ſe non per l' allontanamento mutuo delle parti ſolide che li circondano; il contatto di queſte divien più raro, la loro congiunzione meno puntuale, la loro coerenza men ſalda.

La dilatazione de' pori non ſolamente fa creſcere la preſſione, che l' aria ſottile traſmette al di dentro de' corpi, ſomminiſtrandogli una baſe

più larga, ma fa nascere eziandio comunicazioni d' interstizj con interstizj; uno od un altro però isolato tra le parti solide, s' apre e lascia un libero accesso al fluido che le separa; quindi avvengono delle divisioni e delle suddivisioni, che fanno apparire la massa totale sotto diversi gradi di mollezza, fin a tanto che finalmente le parti divise, quanto lo ponno essere per lo stato attuale del fluido, e non toccandosi quasi più, sono disposte a moversi indipendentemente le une dall' altre, il che si chiama *essere liquido*.

Ma però che tutti i corpi non sono egualmente porosi, che le loro parti non hanno la medesima figura, e si toccano, e si schierano in diverse infinite maniere; il grado altresì di durezza non è lo stesso in tutti, e non si perde con la medesima facilità. Il calore che regna ordinariamente ne' nostri climi, basta per far scorrere l' acqua; ne abbisogna di più per render liquida la cera, e molto più ancora per mettere in fusione i metalli.

Quando i corpi sono arrivati allo stato di liquidità, le loro molecule o parti integranti conservano la lor durezza naturale, perchè sono compresse da tutte le parti, e non hanno niente al di dentro di se stesso, che s' opponga a questa pressio del fluido circonfuso.

Non pretendo per questo, che elleno sieno indivisibili, nè tampoco assolutamente inflessibili. Gli elementi che le compongono, come i due marmi lisci ed eguali, possono forse sdrucciolare parallelamente ai loro piani, mutar figura ed anche separarsi.

Ma quello ch' io dico quì per le parti, diventa for-

forse un'obbiezione contro la durezza totale del volume? se più laminette sdrucciolano facilmente, e facilmente si separano, quando tiransi parallelamente ai loro piani, non sembra egli, che la pressione dell'aria sottile dovrebbe rendere i corpi duri solo in un senso, e relativamente ad una forza impiegata in una direzione perpendicolare al piano del contatto?

Questa obbiezione averebbe tutta la sua forza, se si trattasse d'un corpo, che avesse sol due o tre parti solide, posate parallelamente le une sopra l'altre, ma questa suppoſizione non ha luogo nè men ne' più piccoli volumi di materia. Quanti pezzi al contrario non s'attribuiscuno a codeste porzioncelle di materia, che più non si dividono nè per mezzo dell'arte, nè per mezzo della natura? e quante posizioni differenti non si può egli credere, che affettino? Prendiamo in esempio quell'ammassamento rozzo e grossolano, che è rappresentato nella *Fig.* 22. E' vero, che il pezzo *a* sdrucciolerebbe con facilità nella direzione *a d*, se s'attenesse solo agli altri due pezzi *b*, *c*, ma questo movimento è percendicolare alle superficie di *f*, e di *e*, e per separarnelo, bisogna vincere la pressione, che lo ritiene. Il pezzo *g* potrebbe parimenti moversi con facilità verso *a*, se la sua aderenza in *h* non vi si opponesse. Quindi giudicar si può di quello, che avviene nella composizion naturale de' corpi, ove il gran numero delle parti, e gli ordini differenti ch'elleno prendono, producono la durezza in tutte le fatte di direzioni.

Da questa stessa risposta nasce una difficoltà, che convien rimovere. Se i corpi, dirà taluno,

ſono duri da tutti i lati, perche ſono compoſti d' un gran numero di parti differentemente diſpoſte ; dovrebbe ſeguire, che la durezza per tutti i verſi ſcema, a miſura che ſi dividono i corpi, e che le più piccole maſſe ſono più facili a dividerſi che le più grandi: coſa affatto oppoſta alle idee che abbiamo della diviſibilità de' corpi ; che tanto più appar difficile, quanto più oltre è portata .

1. Non ſi tratta quì del maggior numero; baſta un numero ſufficiente di parti, e ſchierate in guiſa, che vi ſia ſempre qualcuna delle loro ſuperficie applicate perpendicolarmente alla direzione d' una forza eſterna, adoperata per diſunirle; e non ſi puo addurre alcuna diviſione praticata, o praticabile , che c' interdica queſta ſuppoſizione ; l' idea che ſi ha, e che ſi deve avere in Fiſica, del numero prodigioſo di parti contenute ſotto il più piccol volume di materia, che poſſa ſoggiacere alle noſtre prove, dee metterci al ſicuro da ogni rimprovero per tal verſo.

2. Quand' anche foſſe vero, che i corpi infinitamente piccioli foſſero compoſti di parti più idonee alla diviſione, o perchè preſentano meno di ſuperficie alla preſſione eſterna che le contiene, o perchè una diſpoſizione più ſemplice permette loro di ſdrucciolare l' una ſull' altra; come potremmo noi ſaperlo ? Noi giudichiamo della durezza de' corpi dalla difficoltà che proviamo in dividerli: ſecondo che ci van mancando i mezzi per operare queſta diviſione, eziandio s' ella foſſe più facile in ſe ſteſſa, cioè per parte del corpo diviſibile, noi ne fermiamo altro giudizio, e codeſto corpo ci ſembra tanto più duro, quanto me-

no

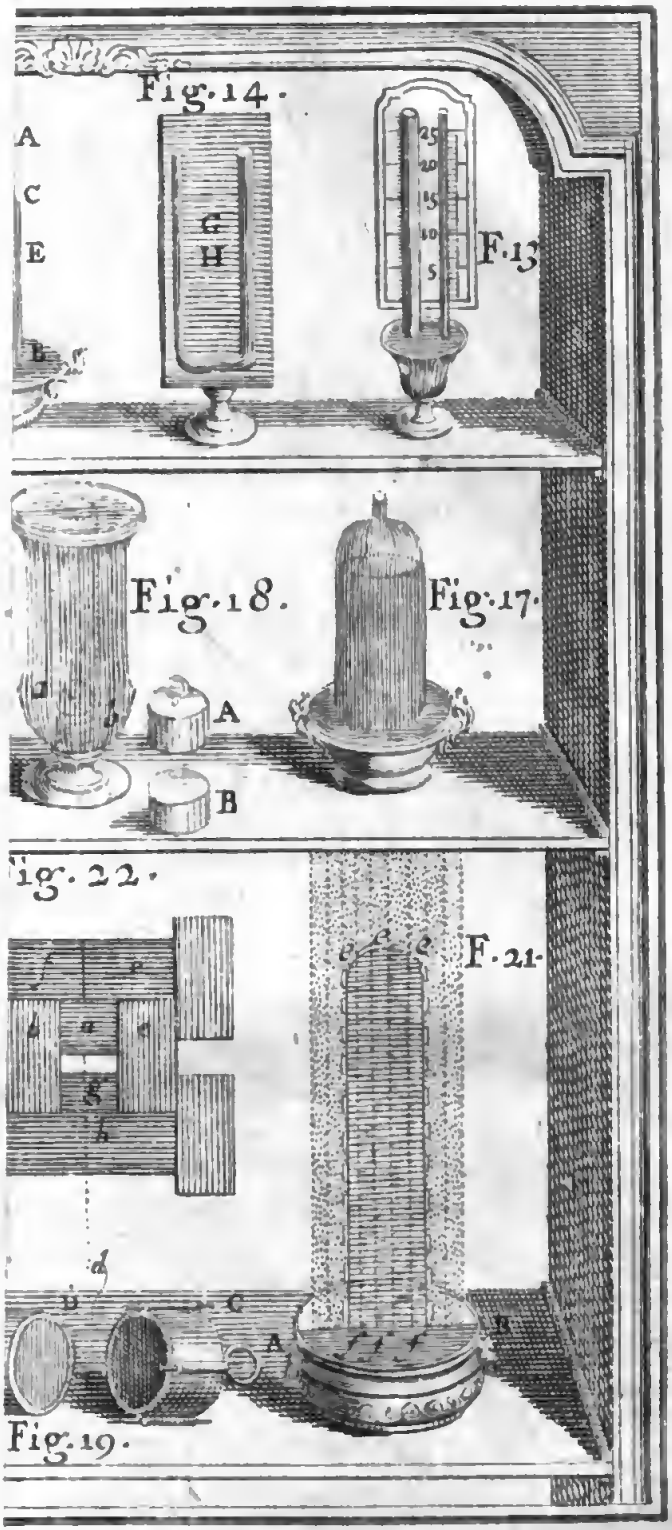


Fig. 14.
A
C
E
G
H
B
25
20
15
10
5
F. 13
Fig. 18.
A
B
Fig. 17.
Fig. 22.
F. 21.
d
C
A
B
Fig. 19.

no ſopra di lui hanno i noſtri sforzi efficace valore. Quando ſepariamo due marmi adereſcenti, col farli ſdrucciolare l'un ſopra l'altro, la facilità con la quale ſi fa queſta ſeparazione, naſce forſe, perchè queſti due corpi, ſervata la proporzione, ſono meno aderenti inſieme, che nol ſon altri corpi, piccioliſſimi, e ſimilmente applicati l'uno all'altro? O non naſce ella piuttoſto, perchè noi poſſiamo facilmente adoperarci forze, che li tirano per verſo contrario? Così la durrezza de' corpi che noi conſideriamo come attualmente indivisibili, eſſer potrebbe veriſimilmente eguale, e forſe inferiore a quella d'una maſſa più grande della ſteſſa materia, tuttochè riſpetto a noi ella ſia eccessiva, perchè non conoſciamo alcun agente che intacar la poſſa.

I due ſtati oppoſti, voglio dire la ſolidità e la fluidità, dipendono dunque dalla medeſima cagione; l'aria ſotile è che fiſſa le parti d'una materia, quando la ſua preſſione eſterna eccede la reazione, ch'ella fa dentro; e queſto ſteſſo fluido rende e mantiene mobili le parti, introducendoſi fra eſſe in ſufficiente quantità. Per queſto ſenza dubbio tutte le materie: che paſſano da uno ſtato all'altro, mutan di grandezza; imperocchè, poichè un corpo ſolido diventa fluido, per l'introduzione d'una materia ſtraniera, che lo penetra in maggior quantità, ed ei non ritorna alla ſua prima conſiſtenza, ſe non quando queſta materia ceſſa di dilatarlo; egli è naturale e manifeſto, che più di luogo egli occupa eſſendo liquido, che quando è ſolido. E queſto infatti ſuccede ordinariamente; e io faronne conoſcere de' curioſiſſimi eſempj, quando tratterò del fuoco. Co-

teſta è la regola generale, che ha però alcune notabili eccezioni, delle quali ragionerò altrove.

Alcune materie, che hanno dall'aria ſottile la loro liquidità, la comunicano per ſe medeſime a' corpi ſolidi. L'acqua, eſempigrazia, ammolliſce la terra; e la converte in limo; diſuniſce le parti del ſale, del zucchero ec. Lo ſpirito di vino, e gli olj diſciolgono le gomme, ed i bitumi; il mercurio s'amalgama col piombo, collo ſtagno, coll'oro e coll'argento: ma non eſſendo la fluidità, altro che un modo d'eſſere, toſto che la cauſa ceſſa, che il diſſolvente s'evapora, ciò che reſo aveva fluido, ritorna ordinariamente alla ſua prima conſiſtenza.

Tutti queſti effetti ſono altrettanti mezzi, che l'Arti han ſaputo volgere in lor profitto; due ſoli eſempj io quì n'addurrò.

L'indoratura, che chiamaſi d'*oro macinato*, o *ſpolverizzato*, è certamente la più bella e la più durevole di tutte quelle che ſono in uſo. Ella non è altro, che oro eſtremamente diviſo, le di cui parti ſono come incaſtrate ne' pori ſteſſi del metallo, ſul quale va applicato; ed ecco come ciò s'eſeguiſce. Metteſi una certa quantità d'oro fino nel mercurio; queſti due metalli s'uniſcono in tal maniera, che comunicando l'uno una parte della ſua fluidità all'altro, queſta meſcolanza diventa come una paſta, la qual ſi chiama *amalgama*: s'applica, e ſi diſtende queſta preparazione ſul pezzo che ſi vuol dorare, quindi mercè l'azione del fuoco, ſi fa evaporar il mercurio, l'oro ch'è fiſſo, rimane; ed i pori del metallo dorato, che il calore ha dilatati, e che raffreddandoſi ſi richiudono, rattengono in ſe, come piccioli caſtoni.

ſtoni, le particelle d'oro, che ivi ſon collocate.

La gomma lacca, la ſandaraca, il maſtice in lagrime ec. ſi diſſolvono, e ſi eſtendono nello ſpirito di vino; il Karabe, o ſuccino, e la gomma *copal* s'ammoliſcano e ſi liquefanno nell'olio di lino, e ſi eſtendon poſcia nell'olio graſſo, e nello ſpirito di trementina. Tutte queſte diſſoluzioni, che chiamanſi *vernici*, s'applicano ſul legno, od altrove; e quando il diſſolvente è ſvaporato, le gomme ch'egli avea reſe liquide, ripigliano la loro durizie, e la loro lucentezza.

Da queſti eſempj ſi vede pertanto, che la liquidità non muta niente per ſe ſteſſa nella natura de' corpi. Se la lor coerenza è tale, che ceder non poſſa fuor che ad una azione violenta per parte del diſſolvente, può farſi ch'egli tolga loro qualche parte della ſoſtanza, ma queſti è un caſo, e non una conſeguenza neceſſaria della liquidità in generale.

Vi ſon de' caſi, ne' quali ſi vede ceſſare o ſcemare la liquidità, ſenza che la cauſa, che l'avea prodotta, appaja ceſſar dalla ſua azione. Due liquori meſcolati inſieme, prendono tutt'in un tratto una conſiſtenza più o men grande, tuttochè non vi ſi oſſervi alcun grado di raffreddamento ſenſibile; queſt'effetto, che chiamaſi comunemente *coagulum*, può ſpiegarſi, ſupponendo che le parti ſon di tali figure, che s'intralciano reciprocamente, e fan ceſſare fra eſſe quella mobilità, in che conſiſte principalmente lo ſtato di liquore. Il più bel *coagulo*, che a me ſia noto, è quello che ſi fa con l'olio di calce, e l'olio di tartaro per deliquio; quando ſi agita un poco queſta miſtura con una ſpazzola, ella ſi converte in

una massa bianca, a cui si fa prender la forma che si vuole, e che s'indura come la cera. Si coagula pure uno spirito volatile urinoso molto sottile, con lo spirito di vino ben rettificato; il bianco dell'uovo, con lo spirito di sale; il sangue con l'acqua vita. Quest'ultima esperienza insegna, di qual'importanza sia, l'usar sobriamente i liquori spiritosi, poichè eglino sono capaci d'alterare la fluidità del sangue.

Per quanto verisimile possa parere la spiegazione della durezza e della fluidità de' corpi, fondata sull'azione d'un fluido quasi generalmente ammesso, tuttocchè sotto nomi differenti: dissimular non devo tuttavolta, che molti Fisici non ne convengono, e glie ne sostituiscono un'altra. „ L'attrazione reciproca delle particelle di materia, „ dicono, è grandissima, quando elleno si toccano; ma fuori del punto del contatto talmente „ ella decresce, che ad una sensibile, ma picciolissima distanza, si converte in forza repulsiva. „ (*) I corpi sono solidi, finchè la virtù attrattiva delle loro parti è più forte che la virtù repulsiva, che il calore d'ordinario dà loro: ma „ s'ammolliscono a misura, che la virtù repulsiva diventa più forte, di maniera che quando „ questa forza la vince sull'attrazione, non sol „ la massa diventa liquore, ma si cangia bene „ spesso in un fluido che s'evapora (a).

Il Gravesande, e quelli che a par con esso puntualmente seguitano le idee Neutoniane, non danno tai leggi, se non se come fenomeni,

Hoc

(*) s'Gravesand. Phys. Elem. Mathem. p. 18. ed 1742.

(a) ibid. pag. 662.

Hoc nomine phænomenon, non cauſam deſignamus †: Non fanno difficoltà alcuna di confeſſare, che ſimili effetti poſſono provenire da qualche impulſione; *etſi forte hoc per impulſum fiat* *. Ne dobbiam noi dubitare, ch' eglino non ricevano la preſſion dell' aria ſottile ed i ſuoi effetti, almeno come un' ipoteſi probabiliſſima. Le pretenſioni de' Carteſiani a nulla di più ſi eſtendono; e però ſi può dire che eglino ſono appreſſo a poco d' accordo con coteſti primi difenſori delle attrazioni.

In quanto a coloro che ſtimano le virtù attrattive e repulſive, come tanti principj, i quali non hanno cagion fiſica; eglino non pretendono ſenza dubbio, che ciò che aſſeriſcono ſia una coſa dimoſtrata: in fatti non è che una ſuppoſizione, cui appoggiano a ſole probabilità, e veriſimiglianze. Se foſſe vero, che non ſi aveſſero delle ragioni più forti, per ammettere l' aria sottile, pur ancor direi, che meſſa a rincontro un' ipoteſi d' un' altra ipoteſi, ſembrane a me più ſicuro quel raziocinio che ha la baſe ſopra principj meccanici, e intelligibile, che quello il quale s' appoggia a novitadi, le quali nòn preſentanſi all' intelleto ſotto idee familiari.

Del reſto il principio delle attrazioni, nel diviſamento particolare de' fenomeni, ha poi egli così felici applicazioni, come alcun potrebbe immaginarſelo? Molto egli ha perduto della ſua ſemplicità, nel paſſar dalle mani del Sig. Neuton in quelle de' ſuoi diſcepoli. Ne' moti celeſti, operando coteſta forza in ragion diretta delle maſſe, e in ragione inverſa del quadrato della diſtan-

† Ibidem p. 18. * ibid.

ſtanza, baſta a tutto, e ſomminiſtra ragioni per iſpiegare tutte quelle grandi rivoluzioni, che animano l'univerſo: il progetto è belliſſimo. Ma quando ſi tratta de' fenomeni ſullunari, di quegli effetti, che vediam più da preſſo, e l'eſame de' quali ci è più facile ed alla mano, la virtù attrattiva è un Proteo, che muta ſpeſſo di forma. Le rupi e le montagne non dano alcun ſegno ſenſibile d'attrazione. „ Perchè, dicono i „ Neutoniani, coteſte picciole attrazioni particolari, ſon come aſſorbite da quella del globo terreſtre, che è infinitamente più grande „. Pure ne vien data per un effetto della virtù attrattiva, la ſchiuma, che ondeggia ſu d' una tazza di caffè, e che con velocità ſenſibiliſſima portaſi verſo gli orli del vaſo. „ Quanto più le parti d' „ un corpo ſi toccano, tanto più s' attraggono „. Perchè dunque, allorchè maggiormente ſi ravvicinano col comprimerle, tendon elleno per lo più a rimetterſi come erano avanti la compreſſione, (intendo una compreſſione eguale da ogni parte, che cambia ſol la grandezza, e non già la figura). „ Perchè dopo d' eſſere tirate quanto eſſerlo poſſono, ſi riſpingono vicendevolmente „. Perchè (dimando io) i vapori dilatati hanno tanta forza ? „ La ragione ſi è, riſpondono, perchè le parti che ſi attraevano, ſotto lo ſtato di liquore, ſi riſpingono con violenza ſotto quel di vapori „. Poichè la virtù attrattiva è una forza, compartita a tutto quello che è materia, perchè certi corpi, come l'acqua e l'olio, non poſſono inſieme unirſi ? „ Perchè riſpondono, vi ha delle materie, le quali ſi riſpingono naturalmente, &c.

E' egli

E' egli poi queſto il linguaggio d'una buona Fiſica? e non abbiam ragion di temere, che accoſtumandovici, e mettendo così le attrazioni e le ripulſioni ad ogni uſo diverſo, giungiamo finalmente a laſciar da canto quegli eſami e quelle ricerche, che ſono cotanto neceſſarie a' progreſſi delle noſtre cognizioni; ed in cotal guiſa chiudiam l'adito a parecchie ſcoperte, che di così fatti eſami ſarebbono il frutto.

Fine del Tomo Secondo.

TAVOLA DELLE MATERIE

contenute in queſto ſecondo Volume.

PRIMA SEZIONE. *Del moto compoſto*, pag. 5
Legge del moto compoſto. 6
PRIMA ESPER. *che fa vedere, che un Corpo, il quale prova nel medeſimo tempo l'azione di due potenze oppoſte direttamente, ubbidiſce alla più forte, ſecondo l'eccesſo della ſua forza.* 11
II. ESP. *che prova che un mobile il quale ubbidiſce a due forze, che non ſono direttamente oppoſte, prende una direzione media tra l'una e l'altra.* 13
III. ESP. *la qual prova, che il medeſimo effetto ſuccede quando le due forze non hanno un'azione continua.* 17
IV. ESP. *per provare, che il moto compoſto faſſi in una linea curva quando le potenze componenti mutano di continuo ordine fra eſſe.* 22
V. ESPER. *per confermare la Propoſizione precedente.* 26
SECONDA SEZ. *Delle forze centrali.* 30
I. ESP. *per provare, che il moto circolare fa naſcere la Forza centrifuga, e che queſta Forza creſce a proporzione della velocità.* 34
II. ESP. *che fa vedere che la Forza centrifuga ha luogo ne' Fluidi che ſi muovono circolarmente.* 36
III. ESP. *con la quale ſi vede, che la Forza centrifuga de' Fluidi creſce a proporzione della loro denſità.* 43
IV. ESP. *immaginata dal Carteſio, per corroborare la ſua*

la ſua ipoteſi ſopra la cagion Fiſica della Gravità. 48
V. ESP. *che prova, che la Forza centrifuga è come la maſſa moltiplicata per la velocità del mobile che circola.* 59
VI. ESP. *nella quale ſi vede un mobile deſcrivere una linea ſpirale, pel cambiamento d'ordine o relazione delle Forze centrali.* 68
VII. ESP. *nella quale ſi vede un mobile deſcrivere un' Ellipſi, per le differenti relazioni, che fra lor prendono le Forze centripeta e centrifuga, nel tempo della ſua riſoluzione.* 79

LEZIONE SESTA.

Sopra la Gravità, o ſia il peſo de' Corpi.

PRIMA SEZIONE. *De' Fenomeni, ne' quali la Gravità adopera ſola ſopra il Mobile.* 75
I. ESP. *con la quale ſi vede, che non v'è alcun corpo aſſolutamente leggiero* 77
II. ESP. *per provare che la Gravità è eguale in tutti i corpi.* 92
III. ESP. *Effetto ſingolare dell' Acqua nel vuoto.* 97
IV. ESP. *che prova, che i Corpi cadono con un moto accelerato.* 111
V. ESP. *che prova, che l' accelerazione de' corpi gravi da loro una velocità proporzionale all' altezza della caduta.* 112
VI. ESP. *per provare, che l' accelerazione della caduta de' corpi gravi, ſi fa ſecondo i numeri impari 1, 3, 5, 7, ec.* 114
SECONDA SEZIONE. *De' Fenomeni, ne' quali il moto è compoſto della Gravità, e di qualche altra potenza.* 112
ARTIC. I. *Della diſceſa de' corpi per piani inclinati.* 125

I. Esp. *con la quale si prova, che il tempo della discesa per un piano inclinato, ha quella proporzione col tempo della discesa libera e verticale, che ha la lunghezza del piano colla sua altezza.* 128

II. Esp. *con la quale si vede, che un mobile, il quale cade per la corda d'un circolo, qualunque ella sia, mette tanto tempo, quanto per discendere per il diametro verticale del medesimo circolo.* 130

III. Esp. *che fa vedere, che un corpo grave cadendo, acquista tutta la velocità che gli fa di mestieri per rimontare così alto come il luogo donde è partito.* 136

IV. Esp. *per far conoscere la relazione che vi è tra il tempo della vibrazione d'un Pendulo, e la lunghezza di questo medesimo Pendulo.* 141

Artic. II. *Del moto de' corpi cagionato dalla Gravità, e da una Forza attiva ed uniforme.* 150

V. Esp. *per far vedere, che la Forza progettile adoperando con la gravità sopra un medesimo mobile, gli fa descrivere una curva parabolica.* 153

LEZIONE SETTIMA.

Sopra l'Idrostatica.

PRIMA SEZIONE. *Della gravità e dell'equilibrio de' Liquori, le cui parti sono omogenee.* 160

Prima Proposiz. *I liquori pesano non solamente quanto alla loro massa totale, ma ancora in se stessi, cioè quanto alle parti che li compongono.* ibid.

I. Esp. *che prova la Proposizion precedente.* 161

Seconda Proposiz. *Le parti d'un medesimo liquore esercitano la loro gravità, indipendentemente le une dalle altre.* 164

II. Esp.

II. Esp. *che ſerve di prova a queſta Propoſizione.* 165
Terza Propos. *I Liquori eſercitano la loro gravità per ogni ſorta di verſo.* 170
III. Esp. *che lo prova.* 172
IV. Esper. *che conferma la medeſima Propoſizione.* 174
Quarta Proposiz. *Le parti d' un medeſimo Liquore ſono in equilibrio tra eſſe, così in un vaſo ſolo, come in molti che inſieme comunicano.* 177
V. Esp. *del Sifone rivoltato.* 179
VI. Esp. *de' vaſi che comunicano.* 180
Quinta Proposiz. *I Liquori eſercitano la loro gravità sì perpendicolare come laterale, non in ragione della loro quantità, ma in ragione dell' altezza al di ſopra del piano orizontale, e della larghezza della baſe, che s' oppone alla loro caduta.* 184
VII. Esp. *che prova queſta Propoſizione in tutte le ſue parti.* 185
SECONDA SEZ. *Della Gravità, e dell' Equilibrio di più liquori, le cui denſità ſono differenti.* 195
Prima Proposiz. *La differenza del peſo, o della denſità, baſta per ſeparare le parti di due liquori, che ſi ſono meſcolati inſieme, ſe altre cagioni più forti non impeſcono queſt' effetto.* 196
I. Esp. *dello Staccia-vino.* 197
II. Esp. *del tubo ripieno di differenti liquori, che ripigliano i luoghi loro quando ſi ſono meſchiati.* 198
Seconda Proposiz. *Più Liquori, o più Fluidi, quantunque di diverſe nature, peſano gli uni ſopra gli altri, in ragione della loro denſità, e della loro altezza.* 202

Ter-

TERZA PROPOSIZ. *Due Liquori di denſità differenti ſono in equilibrio, quando avendo la medeſima baſe, le loro altezze perpendicolari all' orizonte, ſono in ragione reciproca delle loro denſità o gravità ſpecifiche.* 203

III. ESP. *del Sifone rivoltato, nel quale ſi paragona una colonna di Mercurio con una colonna d' acqua.* ibid.

QUARTA PROPOSIZ. *L' aria è un fluido peſante, che eſercita la ſua preſſione per tutti i verſi, a modo de' liquori.* 207

IV. ESP. *col Tubo di* Torricelli. ibid.

V. ESP. *col Tubo di* M. Paſchal. *Storia del Barometro, ed il ſuo uſo.* 212. e ſeg.

VI. ESP. *che prova, che il peſo dell' Aria è la cagion dell' aſcender che fanno i liquori ne' tubi, ne' quali ſi fa il vuoto.* 217

VII. ESPER. *che fa vedere, che il peſo dell' aria fa ſalire i Liquori tanto meno alto, quanto eglino ſon più denſi.* 219

VIII. ESP. *che prova, che le trombe aſpiranti adoperano ſolo in virtù del peſo dell' atmoſfera.* 222

IX. ESP. *che prova la preſſion laterale dell' Aria.* 225

X. ESP. *con la quale ſi fa vedere, che l' Aria eſercita la ſua preſſione da giù in sù.* 227

XI. ESP. *nella quale ſi moſtra e ſi ſpiega l' effetto de' Sifoni.* 229

XII. ESP. *che conferma la ſpiegazione de' Sifoni, e che moſtra un getto d' acqua, al di ſopra della ſua ſorgente.* 231

LEZIONE OTTAVA.

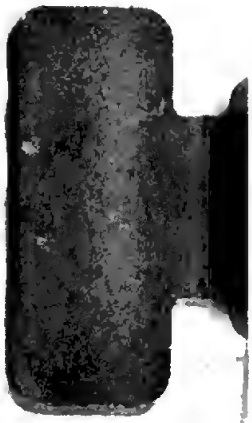
Si continua a ragionare dell' Idroſtatica.

TERZA SEZ. *Della gravità e dell' equilibrio de' ſolidi*

ſolidi immerſi ne' liquori. 235
PRIMA PROPOSIZ. *Un Corpo ſolido intieramente immerſo, è compreſſo da tutti i lati dal liquore che l' attornia, e la preſſione ch' egli prova è tanto maggiore, quanto il Liquore ha più di denſità, e quanto egli è più profondamente immerſo.* 236
I. ESP. *che prova queſta Propoſizione in tutte le ſue parti.* 237
SECONDA PROPOSIZ. *Se il Corpo immerſo è più peſante che il volume di liquore ch' egli ha smeſſo la ſua gravità reſpettiva lo fa cadere al fondo del vaſe, ſe ha libertà d' ubbidirgli.* 243
II. ESP. *che ſerve di prova a queſta Propoſiz.* ibid.
Conſeguenza di queſta Propoſizione. 246
III. ESP. *della Bilancia nel vuoto.* 247
TERZA PROPOSIZ. *Quello che un ſolido immerſo perde del ſuo peſo, è eguale a quello del volume di liquore, da sè ſoſpinto.* 248
IV. ESP. *che prova queſta Propoſizione.* 249
Prima Conſeg. *di queſta Propoſizione.* 250
VI. ESP. *che conferma queſta prima Conſeg.* ibid.
Seconda Conſeguenza. 252
VI. ESP. *che la conferma.* ibid.
Terza Conſeguenza. 254
VII. ESP. *che la conferma.* ibid.
VIII. ESP. *che prova di nuovo lo ſteſſo.* 255
QUARTA PROPOSIZ. *Se il corpo ſolido è meno peſante, che un pari volume del liquore, nel quale egli è immerſo galleggia in parte: quello che reſta immerſo, miſura una quantità di liquore, che peſa quanto il corpo intero.* 263
IX. ESP. *che prova queſta Propoſizione.* 264
Conſeguenze *di queſta Propoſizione.* 265
X. ESP. *Effetti e ſpiegazione dell' Areometro.* 265

Del-

Della Bilancia idroſtatica, e de' ſuoi uſi. 268
Primo uſo *conoſcere la gravità ſpecifica d' un liquore.* 269
Secondo uſo, *paragonare le gravità ſpecifiche di due liquori.* 271
Terzo uſo, *paragonare le gravità ſpecifiche di due corpi ſolidi.* ibid.
Quarto uſo, *paragonare la gravità ſpecifica d' un corpo ſolido con quella d' un liquore.* 272
Oſſervazioni ſopra l' Areometro, o Peſa liquori. 273
Tavola alfabetica *delle materie più note ec.* 277
APPENDICE *intorno a' Tubi capillari ec.* 280
I. ESP. *nella quale ſi vede la prima proprietà de' Tubi capillari.* 282
II. ESP. *che dà a conoſcere la ſeconda proprietà de' Tubi capillari.* ibid.
III. ESP. *ove ſi vede la terza proprietà.* 283
IV. ESP. *che moſtra la quarta proprietà.* 284
Diverſe ſpiegazioni di queſti effetti. 289
ARTIC. II. *Sopra le cagioni della Fluidità e della Durezza de' Corpi.* 310
PROPOSIZ. *Più corpi poſſono attaccarſi inſieme mercè la preſſione d' un fluido che li copre, o che li attornia da tutte le parti.* 313
I. ESP. *che ſerve di prova a quella Propoſiz.* ibid.
II. ESP. *che prova di nuovo queſta medeſima Propoſizione, e che apre la ſtrada a molte altre, ſopra le quali ſi fonda la ſpiegazione della fluidità e della durezza de' corpi.* 315

Fine della Tavola delle Materie.

0056 00056532943